~~H. L. 168a~~

8°. H. lit. u. 109.

(41) ~~29~~

Geschichte

<36603667510014

<36603667510014 S

Bayer. Staatsbibliothek

Encyclop. 137.

~~Hist. lit. Syst. Comp. [illegible]~~.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Geſchichte
der
Phyſik
ſeit der Wiederherſtellung der Künſte und Wiſſenſchaften
bis auf die neueſten Zeiten

von

Johann Carl Fiſcher,
der Philoſophie Prof. zu Jena und verſchied. gelehrten Geſellſchaften
Ehrenmitgliede.

Fünfter Band.

Mit zwey Kupfertafeln.

Göttingen,
bey Johann Friedrich Röwer.
1804.

Geſchichte
der
Künſte und Wiſſenſchaften

seit der Wiederherſtellung derſelben bis an das Ende
des achtzehnten Jahrhunderts.

Von
einer Geſellſchaft gelehrter Männer
ausgearbeitet.

Achte Abtheilung.
Geſchichte der Naturwiſſenſchaften.
I. Geſchichte der Naturlehre

von
Johann Carl Fiſcher.

Fünfter Band.

Göttingen,
bey Johann Friedrich Röwer.
1804.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Geſchichte
der
Künſte und Wiſſenſchaften
ſeit der Wiederherſtellung derſelben bis an das Ende
des achtzehnten Jahrhunderts.

Von
einer Geſellſchaft gelehrter Männer
ausgearbeitet.

Sechszehnte Lieferung;
enthält
Geſchichte der Philoſophie
von
Johann Gottlieb Buhle.
Sechsten Bandes Erſte Hälfte.
und
Geſchichte der Phyſik
von
Joh. Carl Fiſcher.
Fünfter Band.

Göttingen,
bey Johann Friedrich Röwer.
1804.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

An die

Herren Pränumeranten

der

Geſchichte

der

Künſte und Wiſſenſchaften.

Nach der bey der 15ten Lieferung abgelegten Berechnung ſoll
die 16te Lieferung beſtehen aus = = $78\frac{1}{2}$ Bogen.

Ich liefere davon jetzt:

Buhle Geſch. d. Philoſ. 6. Bd. 1. Hlfte =	$31\frac{1}{2}$ Bogen.
Fiſcher Geſch. d. Phyſik. 5. Bd. (m. 2. Kpf.)	63 Bogen.
Summa	$94\frac{1}{2}$ Bogen.

Mithin wird die folgende (17te) Lieferung, welche zu Oſtern ausgegeben werden wird, aus 76 Bogen beſtehen müſſen.

Göttingen am 1. Octob. 1804.

J. F. Röwer.

Staatsbibliothek MÜNCHEN

Zweytes Kapitel.

Meynungen und Entdeckungen in der Lehre von der Wärme.

Weſen der Wärme.

Verſchiedene Phyſiker hatten mit **Newton** das Weſen der Wärme in eine ſchwingende Bewegung eines ätheriſchen Mittels geſetzt. Gegen dieſe Meynung macht aber **Nollet** [a]) dieſen nicht ganz ungegründeten Einwurf: eine jede Bewegung werde deſto langſamer, ſchwächer und unmerklicher, je größer die Maſſe ſey, durch welche ſie ſich vertheile; dagegen verbreite ſich das Feuer mit gleicher Stärke ſeiner Wirkungen aus den geringſten Maſſen in die größten, und könne die größten Feuersbrunſten zuwege bringen, wenn es auch nur aus einem Fünkchen glimmender Aſche entſtanden ſey. **Euler** [b]), welcher ſonſt das Carteſianiſche Syſtem mit vielem Eifer vertheidigt, findet dieſen Einwurf ſo ſtark, daß er es für nothwendig hält, ein eigenes Feuerweſen anzunehmen.

Auch

a) Leçons de phyſ. experim. leçon XIII. ſect. I.

b) Diſſ. de igne im Recueil des pièces, qui ont remporté le prix à l'Acad. roy. des ſcienc. an. 1738.

Auch Boerhaave [c]) nimmt einen eigenen Stoff der Wärme an, welchem er den Nahmen des Elementarfeuers beylegt. Nach ihm iſt dieſer Stoff elementariſch von unwandelbarer Natur und unveränderlichen Eigenſchaften, welcher weder in etwas anders verwandelt, noch aus andern Körpern aufs neue hervorgebracht werden kann. Seiner Meynung nach iſt dieſe Subſtanz in allen Körpern, in den dünnſten ſowohl als in den dichteſten befindlich, und durch alle Theile des Raums gleichförmig verbreitet. Die Verbindung dieſes Elementarfeuers mit den übrigen Stoffen, ſo wie die Befreyung und Erregung deſſelben erklärt er bloß mechaniſch durch Stoß und Bewegung, läßt die Anhäufung davon, oder die Wärme, durch Verdichtung des Sonnenfeuers, oder durch Reiben und heftige Erſchütterungen der Körpertheilchen erfolgen. Sonſt bleibt das Elementarfeuer völlig verborgen, und äußert ſich nur durch ſeine Wirkungen, nämlich durch Wärme, Licht, Farben, Ausdehnung der Körper und Verbrennung. Nach Beſchaffenheit der Umſtände äußern ſich bisweilen alle dieſe Wirkungen auf einmal, bisweilen nur einige allein. Daher empfinden wir oft Licht ohne Wärme, wie bey den Phosphoren, faulem Holze u. ſ. bisweilen Wärme ohne Licht, wie bey heißen Körpern, welche noch nicht glühen. Keine Wirkung dieſer Art aber kann entſtehen, wenn nicht das Elementarfeuer aus ſeinem natürlichen Gleichgewichte geſetzt, und in einen engern Raum, als vorher, gebracht wird. Dieß kann auf eine doppelte Art geſchehen, entweder dadurch, daß die Theilchen des Elementarfeuers in gerade Linien oder Strahlen geordnet werden, welches die Wirkung der leuchtenden Körper iſt, oder durch eine wirkliche Verdichtung,

c) Element. chemiae. T. I. cap. de igne.

tung, dergleichen durch das Reiben der Körper an einander entſteht.

Ueberhaupt beſitzt das Elementarfeuer nach Boerhaave folgende Eigenſchaften:

1. durch Vermiſchung verdünnt es alle uns bekannte Körper, feſte, flüſſige, und durch Miſchung derſelben erzeugte.

2. Dieſe Eigenſchaft iſt bloß dem Elementarfeuer eigen, und bey keinem andern Körper anzutreffen.

3. Das Elementarfeuer iſt allenthalben gegenwärtig, ſowohl im vollen, als im völlig leeren Raume; mithin iſt kein wärmeleerer Raum phyſiſch gedenkbar.

4. Das Elementarfeuer iſt an allen Orten ſo lange gleichförmig vertheilt, ſo lange keine beſondere Urſache vorhanden iſt, die es ſammelt.

5. Die Haupturſache, wodurch das Elementarfeuer angehäuft wird, iſt das Reiben der Körper an einander.

6. Das Elementarfeuer bewegt ſich nach allen möglichen Richtungen hin, oder beſitzt ein ihm eigenes Ausdehnungsvermögen.

7. Indeſſen kann es ſo beſtimmt werden, daß jene Bewegung in paralleler Richtung erfolgt, oder nach convergirenden Linien geſchieht, welches letztere die gemeinſte Art iſt, das Elementarfeuer wieder zu ſammeln.

8. Die Urſache aber, welche die Theilchen des Elementarfeuers in den Parallelismum bringt, iſt die Sonne.

9. Die Urſache hingegen, welche die Strahlen in einen kleinen Raum zuſammenbringt, iſt entweder die Zurückwerfung, oder die Brechung.

10. Durchs Schlagen eines Stahls an einem Feuerſtein zeigt ſich das Elementarfeuer als wirkliches Feuer in einem Augenblicke auch an der kälteſten Stelle.

11. Im Zuſtande des Gleichgewichts bleibt das Elementarfeuer mit den Körpern vereinigt, und iſt alsdenn der Dichtigkeit der Körper proportional.

12. Doch iſt aber kein Körper bekannt, welcher das einmal aufgenommene Elementarfeuer beſtändig zurückhalten könnte.

Die Schwere des Elementarfeuers hat Boerhaave bezweifelt, weil es im ganzen Weltraume gleichförmig verbreitet ſey, da es ſich durch die Wirkung der Schwere um die Weltkörper herum würde verdichten müſſen. Es ſey daher glaublich, daß es bloß Elaſticität beſitze, und nach keiner Gegend beſonders getrieben werde. Daß das Elementarfeuer nicht ſchwer ſey, ſucht Boerhaave noch durch folgenden Verſuch zu erweiſen. Er nahm ein eiſernes Parallelepipedum, welches kalt an einer ſehr genauen Wage gewogen 5 Pfund 8 Unzen ſchwer war. Hierauf ließ er es in Kohlenfeuer durchaus glühen, und fand ſein Gewicht in dieſem Zuſtande nicht im geringſten vermehrt. Nachdem es nun binnen 24 Stunden an der Wage gehangen und wieder erkaltet war, konnte er weder eine Gewichtszu- noch Abnahme bemerken. Dagegen haben aber andere Verſuche zu beweiſen geſchienen, daß der Wärmeſtoff vielmehr eine negative Schwere beſitze. So fand ſchon Candidus Buono zu Florenz, wie im 1ten Theile angeführt worden, daß die Schale einer empfindlichen Wage leichter werde, wenn

wenn man ihr ein glühendes Eiſen nähere, das Eiſen mag über oder unter die Wagſchale gehalten werden. Kraft erklärt dieß aber ſehr gut aus der Expanſion der Wagſchale durch die Hitze, wobey ſie mehr Luft, als vorher, aus der Stelle treibt, alſo mehr am Gewichte verliert, und Muſſchenbroek beſtreitet dergleichen Abwägungen aus dem Grunde, weil ein Körper, den man einmal kalt das anderemal heiß wägt, das erſteremal in dichterer, das anderemal in dünnerer Luft gewogen wird, und alſo ſchon darum das letztemal ſchwerer ſcheinen muß. Selbſt Boerhaave bemerkte, daß von zweyen gleichwiegenden Metallſtäben der eine leichter werde, wenn man eine glühende Kohle über ihm, ſchwerer, wenn man ſie unter ihm halte. Dennoch glaubte Buffon in großen Maſſen Eiſen, welche zum Weißglühen gebracht und geſchmiedet wurden, eine Gewichtszunahme zu finden.

Uebrigens ließ Boerhaave ſein Elementarfeuer in die Zwiſchenräume der Körper ungehindert und ohne gegenſeitige Wirkung eindringen, und glaubte, daß es die erſten Grundkörperchen oder Atomen gar nicht angreife. Er nahm daher nicht an, daß der Wärmeſtoff chemiſch auf die Körper wirke, vielmehr war er der Meynung, daß ſeine Wirkung bloß auf eine mechaniſche Art erfolge.

Thermometer, Pyrometer nebſt der freyen, fühlbaren oder thermometriſchen Wärme.

Um die Zeit, da die Fahrenheitſchen Thermometer allgemeiner wurden, gab der Herr von Reaumur [d]) eine ganz neue Einrichtung eines Weingeiſtther-

d) Regles pour conſtruire des thermomètres, dont les dégrés ſoient comparables in den Mém. de l'Acad. de Paris 1730. 1731.

thermometers an. Er verdünnte Weingeiſt, welcher Pulver zündete, mit $\frac{1}{5}$ Waſſer, damit er die Fähigkeit erhalten möchte, etwas mehr Hitze ohne Kochen anzunehmen. Zum unterſten Punkte nahm er denjenigen an, bey welchem der Weingeiſt ſteht, wenn die Kugel der zum Gefrieren des Waſſers hinreichenden Kälte ausgeſetzt iſt. Dieſen Punkt beſtimmte er auf folgende Art: er verſenkte die Kugel in Waſſer, welches durch eine um das Gefäß gelegte Miſchung vom geſchabten Eiſe und Salze zum Gefrieren gebracht ward, welches der jetzt allgemein bekannte natürliche Eispunkt, Gefrierpunkt, Aufthauepunkt (punctum congelationis ſ. regelationis) iſt. Dieſen Punkt bezeichnete er mit Null, und nahm das Volumen des Weingeiſtes, wenn es bis dahin reichte, für 1000 an. Nun hatte er genau beſtimmt, wie viel jedes Tauſendtheilchen dieſes Volumens in der Röhre Raum einnehme, indem er nämlich die Kugel und Röhre des Thermometers vermittelſt kleiner gläſerner Maaße mit Waſſer anfüllte. Da er nun gefunden hatte, daß ſich ſein verdünnter Weingeiſt bis zur größten Hitze, die er im kochenden Waſſer anzunehmen fähig war, um 80 Tauſendtheile des erwähnten Volumens ausdehne, ſo erſtreckte er ſein Thermometer bis auf den 80ten Theil über Null, füllte es im gefrierenden Waſſer bis an den Eispunkt an, ließ den Weingeiſt im ſiedenden Waſſer bis zum 80ten Grad ſteigen, und ſigillirte in dieſem Zuſtande das obere Ende der Röhre hermetiſch.

Dieſes Thermometer wurde in Frankreich und Italien mit vielem Beyfall aufgenommen. Allein Martine[e]), Deſaguliers[f]) und Muſſchenbroek

e) Eſſay medical and philoſophical. Lond. 1740. 8. p. 200. ſqq.

f) Courſe of experim. philoſ. Lond. 1744. 4. Vol. II. p. 292.

broek [g]) haben doch den Queckſilberthermometern einen großen Vorzug vor den Weingeiſtthermometern deßwegen gegeben, weil der Weingeiſt mit der Zeit ſehr viel von ſeiner Flüſſigkeit verliere, und immer weniger von demſelben Wärmegrade ausgedehnt werde, je älter er geworden. Dagegen ſey das wohlgereinigte Queckſilber dieſen Aenderungen gar nicht unterworfen. Ueberdem tadelt Martine auch, daß die Kugeln der Reaumuriſchen Thermometer allzugroß ausfallen, daher die Menge ihres Liquors die äußere Wärme nicht geſchwind und gleichförmig genug annimmt. Nollet [h]) aber rühmt die Reaumuriſche Einrichtung außerordentlich, wenigſtens in Abſicht des gemeinſten meteorologiſchen Gebrauchs. Es fällt ihm ſchwer, mit Halley und Muſſchenbroek zu glauben, daß die Kraft ſich auszudehnen, und wieder zu verdichten, bey dem Weingeiſt ſich mit der Zeit vermindern ſollte. Er hat mit verſchiedenen Thermometern 15jährige Verſuche angeſtellt, und keine Veränderung bemerken können. Ueberdem führt er das auf dem königlichen Obſervatorio ſeit mehr als 40 Jahren befindliche de la Hiriſche Thermometer, als ein Beyſpiel an, und verſichert, man habe dergleichen Veränderungen daran noch nicht wahrgenommen. Indeſſen hat de Lüc [i]) weit wichtigere Mängel an dem Reaumuriſchen Thermometer entdeckt, welche es, ſo wie die Weingeiſtthermometer überhaupt, zu richtigen Beſtimmungen untauglich, oder wenigſtens ſehr unbequem

g) Eſſai de phyſique. Leid. 1751. T. I. p. 457. und Introductio ad philoſ. natur. T. II. §. 1567-1570. ſqq.

h) Leçons de phyſique exper. T. IV. lect. XIV.

i) Unterſuch. über die Atmosphäre. Th. I. S. 554. u. f.

bequem machen, und welche nachher angeführt werden ſollen.

Man bemerkte daher gar bald, daß zwiſchen dem Reaumuriſchen und Fahrenheitiſchen Thermometer keine Uebereinſtimmung ſtatt fand, und Reaumur k) ſelbſt ſagt, um zuſammenſtimmende Werkzeuge beyder Art zu haben, müſſe man das Queckſilberthermometer nach dem ſeinigen graduiren. Nach Nollet's Erfahrung ſollen 10 Reaum. Grade $10\frac{2}{3}$ Fahrenh. gleich ſeyn; allein dieß trifft, wie man bald wahrnahm, nur in der Nähe des Eispunktes zu.

Was aber noch mehr Verwirrung verurſacht, war dieß, daß man ſich nun auch verſtattete, Thermometer mit Queckſilber, auf welchen man Eispunkt und Siedpunkt des Waſſers beſtimmt hatte, zwiſchen dieſen Punkten in 80 Theile zu theilen, und Reaumuriſche Thermometer zu nennen, gerade, als wenn ſie mit den Reaumuriſchen Weingeiſtthermometern völlig übereinſtimmten. Gleichwohl iſt es nicht allein in Frankreich, ſondern auch in andern Ländern allgemein in Gebrauch gekommen, die Eintheilung von 80 Graden zwiſchen dem Eis- und Siedpunkte am Queckſilberthermometer beyzubehalten, und ſelbigem Reaumurs Nahmen beyzulegen. Hieraus entſteht offenbar ein Zweifel, wenn von einer angeführten Beobachtung mit dem Reaumuriſchen Thermometer die Rede iſt, ob der Beobachter, wenn er es nicht ausdrücklich anführt, ein Weingeiſt- oder ein Queckſilberthermometer gebraucht habe. Daß aber beyderley Grade, beſonders bey großer Hitze oder Kälte, ſehr weit von einander abweichen, beweiſen ſchon Maupertuis Erfahrungen, welche er mit zwey ſolchen Reaumuriſchen Ther-

k) Mémoir. de l'Acad. de Paris. an. 1739.

Thermometern in Lappland gemacht hatte. Am 3ten Dec. 1736. ſtand der Weingeiſt auf 18, das Queckſilber auf 22 unter Null; am 2ten Jan. 1737. jener auf 25, dieſer auf 29; am 6ten Jan. ſtand der Weingeiſt auf 29 Grad, das Queckſilber bey 37; am Morgen darauf war jener gefroren, und hatte ſich dabey bis zum Punkte der Temperatur in den Kellern der Pariſer Sternwarte ausgedehnt. Die Herrn von Reaumur und Nollet verſendeten zwar auf Beſtellung Thermometer von beyderley Art, welche in der That mit einander übereinzuſtimmen ſchienen. Ein Paar ſolche erhielt Haubold[l]) in Dresden, welche er ſowohl in den gewöhnlichen Temperaturen, als auch beym Eis- und Siedpunkte, wirklich übereinſtimmend fand. Bey genauerer Unterſuchung aber entdeckte er mit Verwunderung, daß auf dem Queckſilberthermometer die erſten 40 Grade über der Null im Verhältniſſe 8:9 kleiner gezeichnet waren, als die 40 obern, und die unter Null, ſo daß neben der Null zwey ganz ungleiche Grade unmittelbar neben einander ſtanden. Im Waſſer, das nach und nach erwärmt ward, ſtieg auch der Weingeiſt ſchneller, als das Queckſilber, dagegen war er in der Kälte träger und blieb zurück. Daher iſt es denn auch gekommen, daß man eine ſogenannte Reaumuriſche Skale von 90 Graden hat. In einer Vergleichungstabelle giebt Braun[m]) dem Reaumur eſprit-devin 80, und dem Reaumur-mercure 93 Grade. Solche Abänderungen, und gefliſſentlich verborgene fehlerhafte Abtheilungen der Queckſilber-

l) Diſſ. de thermometro Reaumuriano. Lipſ. 1771. 4. §. IX.

m) Nov. comment. Petropol. T. VII.

ſilberthermometer verdienen in der That Reaumur's Nahmen nicht.

Durch ſehr mühſame Unterſuchungen hat endlich de Lüc eine genaue Vergleichung des wahren Reaumuriſchen Weingeiſtthermometers mit dem Queckſilberthermometer von Graden zu Graden zu Stande gebracht, wovon folgende Tabelle ein Auszug iſt:

	Queckſil. Therm. von 80 Grad.	Reaum. Weingeiſtthermom.
Siedpunkt des Waſſers	80 Gr.	100,4 Gr.
	70 -	85,2 -
Siedp. d. Reaum. Weing. Therm.	66,6 -	80 -
	60 -	70,8 -
	50 -	56,8 -
	40 -	44,2 -
	30 -	32,6 -
Wärme des menſchl. Körpers	29,9 -	32,5 -
	20 -	21,1 -
	10 -	10,6 -
Temperat. der Kell. der Sternw.	9,6 -	10,25 -
Zergehendes Eis	0 -	0,8 -
Null des Reaum. Thermom.	0,8 -	0 -
	10 -	8,5 -
	15 -	13,1 -
2 Theile zergeh. Eis 1 Theil Salz	17 -	15 -

Hieraus erhellt deutlich, wie nöthig es ſey, beyderley Thermometer genau zu unterſcheiden. Unter den ältern Beobachtungen giebt es viele, welche ganz auffallend und unerklärbar bleiben, indem es nicht beſtimmt angegeben iſt, nach welchem Thermometer ſie ſind angeſtellt worden.

Uebrigens hat ſelbſt Reaumur Weingeiſt von verſchiedener Güte gebraucht, namentlich eine Sorte, deren

deren Volumen im gefrierenden Waſſer 400, im ſiedenden 437 Theile hielt. Dieſe Zahlen verhalten ſich wie 1000 : 1090$\frac{1}{4}$, daß alſo ein Thermometer mit dieſem liquor gefüllt, ſelbſt nach Reaumür's eigentlichen Grundſätzen, 90$\frac{1}{4}$ Grade bekommen mußte.

Im Jahr 1733 legte de l'Isle [n]) der Akademie zu Petersburg ein Queckſilberthermometer vor, deſſen Einrichtung von einem einzigen feſten Punkte, dem Siedpunkte des Waſſers, und dem Verhältniſſe der Verdichtung durch die Kälte abhieng. Zu dem Ende ſetzte er die Null an den Siedpunkt, und zählte die Grade, welche Hunderttauſend- oder Zehntauſendtheilchen des ganzen Volumens vorſtellen ſollten, von oben herab. Seiner Vorſchrift zu Folge werden die Grade des Thermometers auf folgende Art beſtimmt: Man füllt Kugel und Röhre mit wohl gereinigtem Queckſilber bis an das äußerſte Ende der Röhre an. Bey dieſer Arbeit muß man ſich in einem Zimmer befinden, und man muß ſie zu einer ſolchen Zeit vornehmen, daß man verſichert ſeyn kann, die Temperatur der Luft werde ſich in der kurzen Zeit nicht merklich ändern, die zu der ganzen Arbeit nöthig iſt. Iſt nun das leere Thermometer vor dem Füllen gewogen worden; und man wiegt das mit Queckſilber angefüllte, ſo kennt man das Gewicht des in demſelben befindlichen Queckſilbers. Endlich bringt man das Thermometer nach und nach in die Hitze des ſiedenden Waſſers, fängt mit aller Sorgfalt das aus der Röhre heraustretende Queckſilber auf, und wiegt es gleichfalls. Wenn nun das Queckſilber, nachdem das Thermome-

n) Mémoir. pour ſervir à l'hiſtoir. et aux progrès de l'Aſtron. et de la geographie phyſ. à St. Petersbourg 1738. 4. p. 267.

mometer in die vorige Temperatur gebracht worden, bis in (fig. 1) h fällt, ſo weiß man das Verhältniß der Räume ah und ad, welches mit dem Verhältniſſe der in dieſen Räumen bey gleicher Temperatur befindlich geweſenen Gewichte des Queckſilbers einerley iſt. Folglich läßt ſich durch die Regel Detri finden, wie viele ſolcher Theile der Raum ah enthält, deren 10000 den Raum ad ausmachen. In eben ſo viele Theile nun, als man durch die Regel Detri für den Raum ah herausgebracht hat, wird dieſer Raum eingetheilt, und man ſchreibt oben bey a die Null. Dieſe Theile trägt man auch unter h ſo weit fort, ſo weit man es für nöthig findet. Auf ſolche Art zeigt nun das Thermometer jedesmahl, um wie viele Zehntauſendtheile ſeiner ganzen Maſſe das mit dem ſiedenden Waſſer gleich ſtark erhitzte Queckſilber, von einer Wärme verdichtet werde, die geringer, als die Hitze des ſiedenden Waſſers iſt.

Dieſe Methode ſetzt voraus, daß ſich die äußere Temperatur während der Arbeit nicht ändere, oder daß ſie wenigſtens in den beyden Zeitpunkten gleich ſey, da die volle Röhre gewogen, und da der leere Raum beſtimmt wird. Weitbrecht wählte zu ſeinen ſehr genauen Verſuchen dieſes Mittel, daß er die Kugel in den beyden angeführten Zeitpunkten in das Waſſer der großentheils gefrornen Neva ſetzte. Gleichwohl haben die Verſuche mehrerer Phyſiker nicht ganz gleiche Reſultate gegeben. Die Zuſammenziehung des Queckſilbers vom Siedpunkte bis zur Temperatur des zergehenden Eiſes betrug zwiſchen 148,2 und 161,5 Zehntauſendtheile. De l'Isle hatte 153 angenommen, bey der Eintheilung ſelbſt aber die runde Zahl 150 gewählt, welche Einrichtung der de l'Isliſchen Skale noch jetzt gewöhnlich iſt.

Es

Es iſt ſehr ſchwer, ein genaues Thermometer nach dieſer Methode zu verfertigen. Soll es richtig ausfallen, ſo muß es ſehr groß ſeyn, welches die Empfindlichkeit hindert. Auch wollte de l'Isle auf dieſe mühſame Art nur Normalthermometer verfertigen, und die übrigen bloß durch Vergleichung mit jenem graduiren. De Lüc macht die Bemerkung, daß die Verſchiedenheit der Reſultate über den Eispunkt bey dieſem Thermometer, von der Ausdehnung des Glaſes herrühre, deren Größe bey jeder Glasart eine andere iſt. Dieſer Umſtand, ſagt er, mache alle Einrichtungen unſicher, welche ſich auf Verhältniſſe der Grade zum ganzen Volumen beziehen, und nöthige uns daher, die Skale der Thermometer mit Newton und Fahrenheit nicht auf einen einzigen, ſondern auf zwey feſte Punkte der Wärme zu gründen.

Außer dieſen angeführten Einrichtungen hat man unzählbare Abänderungen der Skalen und andere Vorſchläge gemacht, welche alle anzuführen der Mühe nicht werth wäre.

Die vorzüglichſten im Gebrauche geweſenen Weingeiſtthermometer ſind folgende: In England graduirte man die Thermometer lange Zeit nach einem bey der königlichen Societät aufbewahrten Normalthermometer, deſſen Grade von oben herab gezählt waren. Bey Null ſtand ſehr warm, bey 25 warm, bey 45 gemäßigt, bey 65 Gefrierung. Martine fand die Null mit 89 nach Fahrenheit, und 34½ Grad mit 64 nach Fahr. übereinſtimmend.

Auch die in den Engliſchen Gewächshäuſern üblichen Fowleriſchen Thermometer werden nach einem Normalthermometer graduirt. Ihre Null ſteht bey der Temperatur der Luft, wenn es weder kalt noch

warm iſt. Nach Martine ſtehen ſie im zergehenden Schnee auf 34 Grad unter Null, und bey Fahrenheits 64 auf 16 über Null.

D. Hales braucht in ſeinen Vegetable Statiks ein Thermometer, welches am Eispunkte auf Null, bey der Temperatur, in welcher geſchmolzenes Wachs zu geſtehen anfängt, auf 100 ſteht, welches nach Martine 142 Grad bey Fahrenh. iſt.

In den Edinburghiſchen Medical Eſſays werden die Wetterbeobachtungen nach einem Thermometer angegeben, das von einem willkührlichen Punkte aus in Zolle und Zehntheile getheilt iſt. Nach Martine ſteht es in zergehendem Schnee auf 8,2, bey der Wärme des menſchlichen Körpers auf 22,2 Zoll.

Micheli du Creſt o) aus Genf entwarf im Jahr 1740 den Plan einer neuen Einrichtung des Weingeiſtthermometers. Er nahm zwey beſondere Materien der Wärme und Kälte an, deren Wirkungen ſich im Innern der Erde völlig aufhöben, daher die Temperatur der Erdkugel bey ihm Null iſt. Dieſe Temperatur bemerkte er in den Kellern der Pariſer Sternwarte, glaubte, ſie müßte an allen unterirdiſchen Orten eine und dieſelbe ſeyn, und gab ihr den Nahmen: Gemäßigt (le tempere). Sein zweyter feſter Punkt war die Siedhitze des Waſſers. Damit der Weingeiſt genöthigt würde, dieſe anzunehmen, ohne daß er herausliefe, ließ er Luft über demſelben, und

o) Deſcription de la methode d'un thermomètre univerſel. à Paris 1742. 8. Recueil des pièces ſur les thermomètres et baromètres à Bale 1757. 4. Mich. du Creſt kleine Schriften von den Thermom. und Barom. überſ. von Thenn. Augſp. 1770. 8.

und ſchmolz oben eine kleine Kugel an, damit dieſe Luft beym höchſten Stande des Weingeiſtes nicht allzu- ſehr zuſammengedruckt würde. Auf ſolche Art half er einem der größten Fehler der vorigen Weingeiſtthermometer ab, in welchen der Liquor weit unter der Siedhitze des Waſſers geblieben war. Den Raum zwiſchen beyden Punkten theilte er in 100 Grade der Wärme, und trug unter die Null gleiche Grade der Kälte.

Am Queckſilberthermometer machte der Profeſſor Chriſtin zu Lyon die Theilung des Raums zwiſchen Eis- und Siedpunkte in 100 gleiche Theile. Indeſſen ſcheint Chriſtin nicht ſowohl auf dieſe zwey feſten Punkte ſelbſt, als auf das Ausdehnungsverhältniß des Queckſilbers geſehen zu haben, welches er zwiſchen beyden Punkten wie 66:67 annahm, ſo daß ſeine Grade eigentlich 6600 Theile des ganzen Volumens vorſtellen ſollen. Celſius [p]) aber, Profeſſor in Upſala, hielt es mit Recht für beſſer, bloß auf zwey feſte Punkte zu ſehen, als auf Ausdehnungsverhältniſſe Rückſicht zu nehmen, deren genaue Beſtimmung ſehr großen Schwierigkeiten unterworfen iſt, und durch ſo mancherley Umſtände verändert wird, daß man daraus keine allgemeine Norm für alle Thermometer ableiten kann. Daher nimmt er an, auf jedem Thermometer ſolle der Stand des Queckſilbers im zergehenden Schnee und im kochenden Waſſer unterſucht werden, und ſchlägt vor, den Raum zwiſchen beyden allezeit in 100 Grade einzutheilen. Hierin ſind ihm die Schwediſchen Gelehrten gefolgt, und man nennt dieſe bequeme Theilung in 100 Grade die Schwe-

p) Von zween beſtändigen Graden auf dem Thermometer in den ſchwed. Abhandl. 1742. S. 197.

Schwediſche Skale, auch die Skale des Celſius, oder Chriſtin.

Ueberhaupt ſcheint man von dieſer Zeit an dieſe beyden feſten Punkte ganz allgemein zur Norm angenommen zu haben. Man iſt darüber einſtimmig geworden, ſie an jedem Queckſilberthermometer durch unmittelbare Verſuche zu beſtimmen, und ihren Abſtand, den Fundamentalabſtand, Fundamentalraum (diſtantia fundamentalis, intervallum fundamentale) in eine Anzahl gleicher Theile oder Grade zu theilen. Wie viel ſolcher Theile ſind, und wie ſie gezählt werden, iſt an ſich willkührlich. Außer den gewöhnlichſten und gebräuchlichſten Eintheilungen beym Fahrenheitſchen, de l'Isliſchen, Reaumuriſchen und Schwediſchen Thermometer hat man ſich noch verſtattet, dem Thermometer faſt zu jeder beſondern Anwendung eine eigene Skale zu geben. So hat de Lüc zwey neue Skalen, eine zur Berichtigung des Barometerſtandes wegen der Wärme des Queckſilbers, die andere zur Berichtigung der berechneten Höhen wegen der Temperatur der Luft, vorgeſchlagen. Die erſte dieſer Skalen muß wieder für jede andere Barometerhöhe verhältnißmäßig verändert werden.

Von dieſen angeführten Einrichtungen und ihrer Vergleichung finden ſich ſonſt Nachrichten beym Leutmann[q]), Bülfinger[r]), Wargentin[s]), von Bergen[t]) und Hennert[u]).

Nach-

q) Inſtrumenta meteorognoſiae inſervientia. Witteb. 1725. 8.

r) De thermometris et eorum emendatione in Comment. Petrop. T. III. p. 196.

s) Schwediſche Abhandl. 1749. S. 167.

t) Comment. de thermometris menſurae conſtantis. Norimb. 1757. 4.

u) Traité des thermomètres à la Haye. 1758. 8.

Nachdem Fahrenheit zu ſeinen Thermometern ſtatt des Weingeiſtes das Queckſilber mit vielem Glücke gebrauchte, ſo erklärten ſich auch einige der größten Naturforſcher für dieſe Materie. Seitdem aber der Herr von Reaumur ſein ſo ſorgfältig graduirtes Weingeiſtthermometer einführte, theilten ſich nun die Meynungen aufs neue, und ob man gleich in Holland und England die Fahrenheitſche Einrichtung beſtändig beybehielt, ſo ward doch Reaumur's Thermometer in Frankreich und Italien vorgezogen, und der Weingeiſt fand aufs neue an Michelt du Creſt einen eifrigen Vertheidiger. Dagegen hat aber de Lüc x) die weit überwiegenden Vorzüge des Queckſilbers überzeugend dargeſtellt.

Der erſte und wichtigſte Vorzug des Queckſilbers iſt dieſer, daß es unter allen bisher zum Thermometer gebrauchten Materien diejenige iſt, deren Gang den Veränderungen der Wärme ſelbſt am nächſten kömmt. Unter dem Ausdrucke Gang wird die Reihe der Ausdehnungen oder Verdichtungen verſtanden, welche durch eine Reihe von Vermehrungen oder Verminderungen der Wärme erzeugt werden. Dieſen behaupteten Satz zu erweiſen, nimmt de Lüc an, daß Materien, deren Volumen beym Gefrieren zunimmt, ſich nicht proportional mit den Verminderungen der Wärme ſelbſt verdichten können; und daß eben ſo wenig diejenigen Materien, die in der Hitze ſtark verdunſten, ſich proportional mit den Ausdehnungen der Wärme ſelbſt ausdehnen können. Denn was auch für eine Urſache der Ausdehnung beym Gefrieren ſtatt ha-

x) Recherches ſur les modifications de l'atmoſphère. à Geneve. T. I. §. 410. a. ſqq. der Ueberſetz. S. 355. u. f.

haben möge, ſo fängt ihre Wirkung nicht im Augenblicke des Gefrierens ſelbſt an; ſondern ihr Einfluß zeigt ſich ſchon lange vorher, und iſt von dem erſten Grade der Verdichtung ſchon merklich. Die Verdichtungen ſolcher Materien werden abnehmend gefunden, wenn man ſie mit den Verdichtungen anderer Materien, die erſt ſpäter gefrieren, vergleicht. So wird z. B. reines Waſſer von gleicher Kälte weniger verdichtet, als geſättigtes Salzwaſſer, welches ſpäter gefriert; Baumöl, welches ſich beym Gerinnen zuſammenzieht, wird ſtärker verdichtet, als rektificirter Weingeiſt, der ſich beym Gefrieren ausdehnt. Im Gegentheil muß auch die Urſache, welche zuletzt das Verdunſten und Kochen bewirkt, ſchon einige Zeit vor dem Verdunſten ſelbſt wirken, und ihr Einfluß muß die Ausdehnungen durch gleiche Wärmegrade ſtärker machen, als ſie ſonſt ſeyn würde. So ſind auch wirklich die Ausdehnungen der Oele zunehmend, in Vergleichung mit den Ausdehnungen des Queckſilbers, welches ſpäter kocht und verdunſtet.

Aus dieſen Betrachtungen folgert de Lüc, daß eine Materie, welche ſehr ſpät verdunſtet und kocht, ſehr ſpät gefriert, und ſich beym Gefrieren nicht ausdehnt, ſehr geſchickt zum Wärmemaaße ſey, nicht allein deßwegen, weil ſie ſich länger im Stande befindet, große Grade der Kälte und Hitze anzugeben, ſondern vorzüglich deßwegen, weil ſie mehr und länger, als andere Materien, von den Einflüſſen frey bleibt, welche in der Hitze und Kälte den Gang unregelmäßig machen, und ſein richtiges Verhältniß zu den eigentlichen Veränderungen der Wärme ſelbſt ſtören.

Nun iſt es aber bekannt, daß das Queckſilber ſpäter verdunſtet und kocht, als alle andere gewöhnlich flüſ-

flüſſigen Materien, und was ſein Gefrieren anlangt, ſo leitet de Lüc aus Brauns Verſuchen dieſe Folgerungen her, 1. daß es ſich dabey nicht ausdehne, 2. erſt bey einer ungemein großen Kälte gefriere 3. bis zum Gefrieren ſelbſt ſich regelmäßig verdichte. Zugleich macht auch de Lüc hiebey wahrſcheinlich, daß die Urſache der Zuſammenziehung beym Gefrieren plötzlich entſtehe, und nicht ſo, wie die Urſache bey der Ausdehnung, ſchon vorher auf den Gang der Verdichtungen Einfluß habe, woraus denn folgt, daß eine Materie, deren Verdichtungen in Vergleichung mit allen andern zunehmend ſind, in ihrem Gange den Verhältniſſen der Veränderungen der Wärme ſelbſt am nächſten komme. Daß nun das Queckſilber eine ſolche Materie wirklich ſey, zeigt de Lüc in einer aus mühſamen Verſuchen gezogenen Tabelle, wo der Gang eines Queckſilberthermometers mit dem Gange von ſechs andern von Baumöl, Camillenöl, Quendelöl, Weingeiſt, Salzwaſſer und Waſſer verglichen iſt.

Hiernächſt ſucht de Lüc ſeinen Satz durch unmittelbare Erfahrungen zu beſtätigen. Herr le Sage in Genf war darauf verfallen, mit der nöthigen Vorſicht das Thermometer in Miſchungen von kaltem und warmen Waſſer zu bringen, ſo wie ſchon Renaldini vorgeſchlagen hatte, und dadurch ein äquidifferentiales Thermometer zu Stande zu bringen. Dieſen Gedanken benutzte de Lüc ſehr ſinnreich. Er miſchte gleiche Maſſen Waſſer von ungleichen Temperaturen m, n zuſammen, welche eine Miſchung von der Temperatur $\frac{m+n}{2}$ geben müſſen. Daß die Grade m, n nicht abſolute Größen der Wärme ausdrucken, thut hiebey nichts. Denn man nehme an, die abſo-

luten Größen ſelbſt wären $z + m$, $z + n$, ſo wird nach derſelben Regel die Wärme der Miſchung wieder um $z + \frac{m + n}{2}$ ſeyn; d. i. die Reſultate bleiben die nämlichen, nur daß überall noch einerley unbekanntes z hinzugefügt werden müßte, wenn man abſolute Größen der Wärme haben wollte.

Wenn gleiche Maſſen von 6 Grad und von 75 Grad Temperatur nach dem Queckſilberthermometer von 80 Graden vermiſcht werden, ſo ſollte die Miſchung 40,5 Grad haben; das Thermometer zeigte aber nur 39,2 Grad. Hiebey war das heiße Waſſer in das Gefäß des kältern gegoſſen worden. Um den Einfluß der Erkältung während des Zugießens, und der Mittheilung der Wärme an das kältere Gefäß auszuſchließen, ward jetzt das kältere Waſſer von 5,2 Grad in das Gefäß des heißen von 75 Grad gegoſſen. Die Miſchung ſollte 40,1 Grad halten, das Thermometer zeigte aber nur 39,3.

Die wahre Wärme hiebey hatte um den halben Unterſchied der Temperaturen (34,9) abgenommen; das Queckſilber hatte ſich um mehr, als den halben Unterſchied (nämlich um 75 — 39,3 = 35,7) verdichtet, und ihm blieb für die andere Hälfte bis völlig zur kältern Temperatur weniger Verdichtung (nur 39,3 — 5,2 = 34,1) übrig. Mithin zeigt ſich der Gang des Queckſilbers bey gleichen Verminderungen der Wärme wirklich abnehmend. Dieß, ſagt de Lüc, iſt die ſtärkſte Beſtätigung des Satzes, daß das Queckſilber in ſeinem Gange den Veränderungen der Wärme ſelbſt näher kömmt, als andere Materien. Denn da ſein Gang gegen Verdichtungen anderer Mate-

Materien bey gleichen Verminderungen der Wärme gehalten, zunehmend, mit der Wärme ſelbſt aber verglichen immer noch abnehmend iſt, ſo müſſen ſich ja alle bisher verſuchte Materien vom Gange der Wärme ſelbſt noch mehr, als das Queckſilber, entfernen.

Herr de Lüc geht noch weiter. Die angeführten Verſuche zeigen, daß die Gänge des Queckſilbers und der Wärme ſelbſt nur wenig von einander abweichen. Nach einer muthmaßlichen Berichtigung wegen Erkältung beym Ausgießen, und wegen der Wärme des Gefäßes, war das mittlere Reſultat, daß das Thermometer, das 39,3 zeigte, 40,3 müßte gezeigt haben, wenn ſeine Grade gleiche Theile der Wärme ausdruckten. Der Gang der Oele wich wiederum ſehr wenig vom Gange des Queckſilbers ab, und die Vergleichung zeigte, daß das weſentliche Camillenöl bey der Temperatur der vorigen Miſchung gerade eben ſo weit vom Queckſilber, als dieſes von der Wärme ſelbſt, abgieng. De Lüc nahm alſo den Gang des Oelthermometers in Vergleichung mit dem Queckſilberthermometer, für den Gang des letztern in Vergleichung mit der Wärme ſelbſt an, und zog daraus nach wiederholter Prüfung durch mehrere Verſuche folgende Tabelle, in der die unbekannt bleibende Wärme des zergehenden Eiſes durch z ausgedruckt iſt.

Queckſilbertherm. von 80 Grad	Wirkliche Wärme	Unterſchiede der wirkl. Wärme
Siedpunkt 80 Grad -	z + 80,00	
75 - -	z + 75,28	4,72
70 - -	z + 70,56	4,72
65 - -	z + 65,77	4,79
60 - -	z + 60,96	4,81
55 - -	z + 56,15	4,81

Queckſilbertherm. von 80 Grad	Wirkliche Wärme	Unterſchiede der wirkl. Wärme
Siedpunkt 50 Grad -	z + 51,26	4,89
45 - -	z + 46,37	4,89
40 - -	z + 41,40	4,97
35 - -	z + 36,40	5,00
30 - -	z + 31,32	5,08
25 - -	z + 26,22	5,10
20 - -	z + 21,12	5,10
15 - -	z + 15,94	5,18
10 - -	z + 10,74	5,20
5 - -	z + 5,43	5,31
0 - -	z	5,43
		80,00

Das Verhalten der übrigen flüſſigen Materien zu überſehen, dient folgende Tabelle, welche den Grad anzeigt, auf welchem die von ihnen verfertigten Thermometer ſtehen, wenn das von Queckſilber 38,6 Grad zeigt, mithin die wirkliche Wärme z + 40 iſt. Auch iſt dabey das Verhältniß ihrer Verdichtungen vom Siedpunkte bis zu z + 40, und von da bis zum Eispunkte angegeben.

Materien des Therm.	Stand bey der Wärme z + 40	Verhältniß der Verdichtung in der 1ſten und 2ten Hälfte
Queckſilber - - -	38,6 - -	15 : 14
Baumöl und Leinöl -	37,8 - -	15 : 13,4
Camillenöl - - -	37,2 - -	15 : 13
Quendelöl - - -	37 - -	15 : 12,9
Geſättigt. Salzwaſſer	34,9 - -	15 : 11,6
Weingeiſt, der Pulver zündet - - -	33,7 - -	15 : 10,9
Waſſer - - -	19,2 - -	15 : 4,7

Weil

Weil nun alles beym Thermometer auf eine gleichförmige und allgemein übereinſtimmende Art der Verfertigung ankommt, wobey man von der Bedingung, die Theile der Skale gleich zu machen, nicht abgehen kann, ſo iſt von ſelbſt klar, daß man zum allgemein anzunehmenden Thermometer diejenige Materie wählen müſſe, bey welcher gleiche Theile, ſo nahe als möglich, gleiche Aenderungen der Wärme bezeichnen. Die angeführten Verſuche beweiſen, daß dieſe Materie das Queckſilber ſey.

Ein zweyter Vorzug des Queckſilbers iſt dieſer, daß es ſich leichter, als andere Materien, von Luft reinigen läßt. Der Weingeiſt, welcher die Wärme des kochenden Waſſers annehmen ſoll, muß entweder von Luft befreyet, oder durch zurückgelaſſene Luft im obern Theile der Röhre gedrückt werden. Das erſte Mittel nach Durands Vorſchlage iſt mühſam, beſonders bey engen Röhren; das zweyte, welches du Creſt gebraucht, unſicher und unbeſtimmt. Alle Materien werden den Siedpunkt unrichtig zeigen, wenn ſie nicht von Luft befreyet ſind, welches bey Oelen, Salzwaſſer u. d. gl. äußerſt ſchwer, beym Queckſilber aber durchs Kochen ſicherer zu bewerkſtelligen iſt.

Drittens verträgt das Queckſilber nach de Lüc ſehr große Grade der Hitze und Kälte, nämlich von + 275 bis — 261 der Skale von 80 Theilen.

Der vierte Vorzug des Queckſilbers iſt dieſer, daß es eine größere Empfindlichkeit zeigt, vermöge welcher es die Veränderungen der Wärme ſchneller, als andere Materien, annimmt. De Lüc ſetzt es ſechsmal empfindlicher, als den Weingeiſt, und erklärt hieraus einen Theil des Unterſchiedes, der ſich zwiſchen du Creſt's und ſeiner Tafel über die correſpondiren-

den Grade des Weingeiſt= und Queckſilberthermometers zeigt.

Fünftens kann man das Queckſilber, wenn es gehörig gereinigt iſt, als eine Materie von immer gleicher Beſchaffenheit anſehen, ſo daß alle Queckſilberthermometer eben denſelben Gang haben, dahingegen der Weingeiſt ſtets von anderer Güte und Beſchaffenheit gefunden wird; daher der Gang der Weingeiſtthermometer beſtändig verſchieden iſt, wie auch die Erfahrung lehrt.

Du Creſt tadelt am Queckſilber, es ziehe ſich bey heftiger Kälte mehr zuſammen, als es ſich verhältnißmäßig in der Hitze ausdehne. Du Creſt nimmt aber die Sache ſo, daß ſeine Temperatur der Erdkugel der Standpunkt iſt, von welchem aus die Materien der Wärme und der Kälte gleiche oder verhältnißmäßige Ausdehnungen oder Verdichtungen bewirken ſollen. Dieſe Gleichheit glaubt er nun beym Weingeiſte zu finden, beym Queckſilber aber nicht, wenn er die äußerſten Temperaturen auf der Erde, die Wärme in Senegal und die Kälte in Kamtſchatka, mit dem gemäßigten Mittel vergleicht. Allein du Creſt's angenommene Vergleichungspunkte beruhen bloß auf einer leeren Hypotheſe, und de Lüc's Verſuche zeigen im Gegentheil, daß zwiſchen Sied= und Eispunkte und bey minderm Grade der Kälte die Verdichtungen des Queckſilbers in Vergleichung mit der Wärme ſelbſt keinesweges zunehmend, ſondern nur weniger abnehmend ſind, als die des Weingeiſtes.

Ob nun gleich de Lüc die Vorzüge des Queckſilbers vor dem Weingeiſte überzeugend dargethan hat, ſo empfiehlt er doch ſelbſt zum gemeinen Gebrauche für Witterungsbeobachtungen die Weingeiſtthermometer,

weil

weil ſie ſo wohlfeil, ſo leicht zu füllen, und wegen des gefärbten Liquors dem Auge angenehm ſind. Er will aber, daß ſie nach einem Normalthermometer von Queckſilber graduirt werden, mithin ungleiche Grade bekommen ſollen.

Da ſich die Phyſiker ein: für allemal vereinigt haben, bey den gebräuchlichen Thermometern die Wärme des ſiedenden Waſſers als den obern feſten Punkt anzunehmen, ſo kömmt es vorzüglich auf gewiſſe Umſtände beym Sieden des Waſſers an, um dieſen Siedpunkt bey allen Thermometern übereinſtimmend zu finden.

Den Vorgang des Siedens beſchreibt Muſſchenbroek y) auf folgende Art: Wenn das Waſſer warm zu werden anfängt, ſo ſteigen anfänglich bloß Luftbläschen in die Höhe. Bringt man hierauf das Gefäß näher zum Feuer, ſo dringt es durch mehrere Zwiſchenräume des Bodens, und ſteigt in Geſtalt dünner Fäden auf, welche die Durchſichtigkeit des Waſſers in etwas trüben, aber ſich doch durch die ganze Maſſe verbreiten. Endlich tritt das Feuer in größerer Menge unter der Form von flockigten Fäden ein, welche aber ungleichförmig aufſteigen, und aus kleinen Bläschen beſtehen. Es durchdringt das Waſſer, erhebt es, und bildet auf ſolche Art auf der Oberfläche hin und wieder Wellen oder kleine Säulen, bis zuletzt die ganze Waſſermaſſe in Bewegung geſetzt wird, und ihre Durchſichtigkeit beynahe gänzlich verliert. Muſſchenbroek ſucht ſich durch folgende Worte noch näher zu erklären. Er ſagt, die am Boden ſich gebildeten Blaſen ſind durchſichtig und beſtehen aus Feuer und einer Art von Dampf, in welche die

y) Introduct. ad philoſoph. natural. §. 1455.

die vom Feuer berührten Waſſertheilchen verwandelt werden. Weil das Waſſer nur eine gewiſſe Menge Feuer auflöſen kann, ſo verbreitet ſich das überflüſſige Feuer durch die ganze Waſſermaſſe, ſtrebt durch alle Seiten, beſonders aber durch die Oberfläche auszugehen, und reißt aus dem Waſſer eine Menge Theile in Geſtalt des Dampfes mit ſich fort. Dieſer Dampf ſteigt in ungleicher Menge und Stärke auf, theils weil das Feuer ungleichförmig ausgeht, theils weil jedes Dampftheilchen mit Elektricität umgeben ſeyn muß. In dieſer mechaniſchen Erklärung finden ſich alle Gründe vereinigt, welchen man ehemals das Aufſteigen der Dämpfe zuſchrieb, nämlich Stoß des Feuers, Verwandlung in hohle Bläschen, umdrehende Bewegung des Waſſers und Elektricität. In der Folge hat man aber den Vorgang des Siedens weit natürlicher durch eine bloße mechaniſche Verbindung der Wärme mit den Waſſertheilchen erklärt, wie am gehörigen Orte weiter angeführt werden ſoll.

Nach de Lüc nehmen Regen= Fluß= und Quellwaſſer gleiche Siedhitze an, geſättigtes Salzwaſſer aber auf 7 Reaumuriſche Grade mehr. Daher, ſagt er, ſey zur Beſtimmung des Siedpunktes am Thermometer das Regenwaſſer am ſicherſten zu gebrauchen. Ferner hat de Lüc gefunden, daß bisweilen, beſonders wenn das Waſſer noch nicht völlig kocht, die Hitze auf dem Boden faſt um 1 Grad größer iſt, als im obern Theile des Gefäßes. Da überdem das Waſſer ſelbſt während des Siedens heißer werde, ſo müſſe man es auf das ſtärkſte kochen laſſen. Uebrigens ſey es aber nicht hinreichend, die Kugel allein in eine gehörige Menge ſiedendes Waſſer zu bringen, ſondern es müſſe auch die Röhre ſo weit, als die flüſſige Materie

in

in ihr ſteige, der Hitze deſſelben ausgeſetzt, und darin erhalten werden.

Einen vorzüglichen Einfluß auf das Sieden hat der Druck der Luft. Je geringer dieſer iſt, deſto eher ſiedet das Waſſer. Am 6ten Octob. 1739 brachte le Monnier[z]) ein Queckſilberthermometer, welches zu Perpignan bey einem $28\frac{1}{6}$ Pariſ. Zoll hohen Barometerſtand getheilt war, auf den Gipfel des Canigou in den Pyrenäen, wo der Barometerſtand nur 20 Zoll $2\frac{1}{2}$ Linie, alſo beynahe um 8 Zoll, geringer war. Als er es hier in kochendes Waſſer brachte, ſtand es um 9 Reaumuriſche oder um 15 de l'Isliſche Grade unter dem zu Perpignan wahrgenommenen Siedpunkte.

Inzwiſchen war bis jetzt noch gar kein Geſetz bekannt, nach welchem bey vermehrtem oder vermindertem Druck der Atmosphäre der zum Sieden des Waſſers nöthige Wärmegrad zu- oder abnehme. Erſt Herr de Lüc[a]) gab ſich Mühe, durch Verſuche ein ſolches Geſetz auszumitteln. Zu dem Ende beobachtete er auf einer Reiſe von Genf nach Genua im Jahr 1762 die Wärme des kochenden Waſſers an zehn Orten, und auf ſeiner Rückreiſe an 16 Orten von ſehr verſchiedenen Höhen an einerley Thermometer, an welchem der jedesmalige Abſtand des Siedpunktes vom Froſtpunkte durch einen Faden auf einem getheilten Maasſtabe gemeſſen ward. Nachdem er nun dieſe ſeine Verſuche mit einander verglich, ſo fand er, daß die Unterſchiede der Siedhitze den Unterſchieden der Barometerhöhen nicht proportional waren, daß vielmehr bey gleich-

för-

z) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1740.

a) Unterſuchung über die Atmosphäre. a. d. Franz. Th. I. §. 450. f.

förmig abnehmender Barometerhöhe der Grad der Siedhitze in der Folge ſtärker, als im Anfange, abnimmt. Herr de Lüc getrauete doch ſeinen Beobachtungen nicht die gehörige Schärfe zu, um das wahre Geſetz, nach welchem ſich die Unterſchiede richten, genau daraus ableiten zu können, und ſetzte daher im Durchſchnitte beyde Unterſchiede einander proportional.

Im Monat May 1762 fand er nun

	den Barometerſtand	Abſtand d. Sied- u. Froſtpunktes
zu Turin —	$328\frac{3}{4}$ Linien	822 Theile des Maaßſtabes
auf dem Montcenis	$273\frac{1}{4}$ —	782 — — —
Unterſchiede	$55\frac{1}{2}$ Linien	40 Theile

Im Monat Auguſt

zu Genua —	341 Linien	892 Theile
zu Tovet-Deſſus	$263\frac{1}{4}$ —	773 —

Es verhielten ſich alſo im Durchſchnitte die Unterſchiede der Barometerhöhen zu den Unterſchieden der Abſtände des Siedpunktes in Theilen des Maaßſtabes wie $55\frac{1}{2} + 77\frac{3}{4} : 40 + 56$ oder wie $133\frac{1}{4} : 96$; mithin würde hiernach eine Linie Barometerfall den Siedgrad des Waſſers um $\frac{96}{133\frac{1}{4}}$ oder um 0,72 Theile des Maaßſtabes erniedrigen.

Herr de Lüc ſetzt feſt, daß der Siedpunkt aller Thermometer bey 27 Zoll Barometerhöhe beſtimmt werden ſoll. Für dieſe Höhe, welche um 17 Linien geringer iſt, als die zu Genua beobachtete, ergiebt ſich alſo der Abſtand des Siedpunktes von dem Froſtpunkte $829 - 17 . 0{,}72 = 816{,}8$ Theile des de Lüc'ſchen Maaßſtabes. Von dieſem Fundamentalabſtande betragen 0,72 Theile des gebrauchten Maaßſtabes den 1134ſten Theil deſſelben. Es erniedrigt daher eine

eine Linie Barometerfall den Siedpunkt des Thermometers um $\frac{1}{1134}$ desjenigen Fundamentalabſtandes, welcher bey 27 Zoll Barometerhöhe iſt gefunden worden, welches bey der Fahrenheitſchen in 180 Grade getheilten Skale $\frac{180}{1134}$ oder $\frac{10}{63}$ Grade beträgt. Folglich verändert ſich der Siedpunkt bey der Veränderung des Barometerſtandes von 27 Zoll bis auf 28 Zoll Höhe $\frac{10}{63} . 12 = \frac{120}{63}$ oder um 1,9 Fahrenheitſche Grade.

Wenn man z. B. zu einer gewiſſen Zeit an einem Orte, wo das Barometer 26 Zoll hoch ſteht, Waſſer kochen wollte, ſo ſiedet es alsdann, wenn ein bey 27 Zoll Barometerhöhe getheiltes Thermometer darin $212 - 1,9 = 210,1$ Fahrenh. Grade zeigt. Oder zeigte das Barometer auf einem Berge nur 21 Zoll, ſo würde das Waſſer ſchon bey $212 - 6 . 1,9 = 200,6$ Wärme an einem ſolchen Thermometer kochen.

Wenn man andere Thermometer gebraucht, deren Siedpunkte bey andern Barometerhöhen beſtimmt, und welche um α größer oder kleiner als 27 Zoll ſind, ſo iſt leicht zu begreifen, daß der Fundamentalabſtand dieſer Thermometer ſelbſt um $\frac{\alpha}{1134}$ des vorigen Abſtandes größer oder kleiner iſt, oder $1134 \pm \alpha$ ausmacht, wenn der vorige 1134 betrug. Mithin muß nunmehr das, was bey dem vorigen $\frac{1}{1134}$ war, jetzt $\frac{1}{1134 \pm \alpha}$ ſeyn. Hieraus findet de Lüc ſeine erſte Regel: Eine Pariſer Linie Barometerfall erniedrigt den Siedpunkt um $\frac{1}{1134 \pm \alpha}$ des auf dem Thermometer befindlichen Abſtandes zwiſchen Sied- und Froſtpunkt.

Herr de Lüc b) wiederholte dieſe Unterſuchungen im Jahr 1765 auf den Gebirgen Faucigny etwas genauer, und bediente ſich zur Beſtimmung der Siedhitze des Waſſers auf Bergen eines eigenen Apparats. Er fand, daß ſeine gegebene Regel bey großen Barometerveränderungen nicht mehr zutreffe; daher gab er ſich außerordentliche Mühe, das wahre Geſetz aus ſeinen Beobachtungen abzuleiten, ſo daß es mit den Barometerveränderungen in einer genauen Verbindung ſtehe. Endlich fand er folgende Formel, bey welcher der Buchſtabe b den Barometerſtand in Sechszehntheilen der Pariſer Linie bedeutet, und die Siedhitze in Graden der bey 27 Zoll Barometerhöhe beſtimmten Skale von 80 Graden ausgedruckt wird,

A) Siedhitze $= \frac{99}{2} \log. b - 103,87$

Exemp. Es ſey die Barometerhöhe b = 28 Zoll 5 Linien = 5756 Sechszehntheile der Linie. Hievon nehme man den Logarithmen hundertfach, alſo

$$100 \log. b = 373,68744$$
$$\log. b = 3,73687$$
$$99 \log. b = 369,95057 \quad : 2$$
$$\frac{99}{2} \log. b = 184,97528$$
$$- 103,87$$
$$\text{Siedhitze} = 81,10 \text{ Grade.}$$

Des Herrn de Lüc's Beobachtungen, welche unter dem natürlichen Druck der Atmosphäre angeſtellt ſind, erſtrecken ſich nur von $28\frac{1}{2}$ Zoll Barometerhöhe bis 19 Zoll 7 Linien 15 Sechszehntheile.

Herr de Lüc giebt noch eine andere Formel an, welche ſich auf Betrachtung phyſiſcher Urſachen des Phä-

b) Unterſuchungen über die Atmoſphäre. Th. II. §. 857. u. f.

Phänomens, auf einen ungemein mühſamen Verſuch und auf ein Paar Vorausſetzungen gründet. Die Urſachen der verſchiedenen Siedhitze ſind, weil die Hitze, bey welcher das Waſſer kochen ſollte, durch den Druck der Atmosphäre und zugleich durch den Verluſt an Wärme, welchen die der Luft ausgeſetzte Oberfläche erleidet, vermindert wird. Den Verſuch ſtellte de Lüc durch ein von ihm ſelbſt verfertigtes Waſſerthermometer an, welches ſehr viele Arbeit erforderte. Ohne allen Druck und Verluſt an Wärme kochte das Waſſer bey 78 Graden. Die angenommenen Vorausſetzungen waren dieſe: die Verſtärkung der Siedhitze durch den Druck der Atmosphäre verhalte ſich direct, und der Verluſt der Wärme umgekehrt, wie der Druck. Seine mühſamen Unterſuchungen leiteten ihn endlich auf folgende Formel, bey welcher b den Barometerſtand in Linien andeutet:

$$\text{B) Siedhitze} = 78 + 0{,}03642 . b - \frac{3175{,}2}{b} \text{ Grad.}$$

Exemp. Es ſey b = 28 Zoll 5 Linien = 341 Linien, ſo wird das zweyte Glied der Formel = 12,41922 und das dritte = 9,3, folglich die Siedhitze = 78 + 12,41922 − 9,3 = 81,1 gerade wie vorhin.

De Lüc hat nach dieſen beyden Formeln A) und B) eine Tabelle (§. 1088.) berechnet, welche zeigt, daß ſie für die von ihm angegebenen Grenzen der Barometerhöhen ziemlich genau zuſammentreffen. Ob ſie aber auch bey niedrigern Barometerhöhen, als de Lüc angenommen hat, als wirkliche Naturgeſetze gelten können, iſt erſt in der Folge genauer unterſucht worden.

Aus allen dieſen erhellt, daß der Siedpunkt des Waſſers, wenn er am Thermometer zum feſten Punkte werden ſoll, jederzeit beym gleichen Druck der Atmoſphäre oder bey einerley Barometerhöhe beſtimmt werden muß.

Was den untern feſten Punkt oder den Eispunkt am Thermometer betrifft, ſo nahm de Reaumur zuerſt beſtimmt für ihn diejenige Temperatur an, die zum Gefrieren des Waſſers hinreichend iſt. Dieſe ſuchte er, indem er ein kleines Gefäß mit Waſſer in eine Miſchung von 2 Theilen Eis und 1 Theil Kochſalz ſetzte, und wartete, bis das Waſſer gefroren war, und der Weingeiſt in dem hineingeſenkten Waſſer nicht weiter herabfiel. Herr de Lüc c) aber findet, daß dieſe Methode unſicher iſt, und an den eigentlichen Reaumuriſchen Thermometern den Gefrierpunkt um $\frac{4}{5}$ Grad tiefer gegeben hat, als der Punkt des zergehenden Eiſes ſteht. In der Folge haben Reaumur und Nollet ſelbſt dieſen letztern Punkt gewählt; Briſſon, welcher Augenzeuge hievon war, hat dieſe Methode von ihnen angenommen. Nach Herrn de Lüc iſt es einerley, ob der Eispunkt am Thermometer im aufthauenden Eiſe, oder im Waſſer mit Eis vermiſcht, beſtimmt wird. Er füllt nämlich ſein Gefäß mit Eis, das zuvor in einem Tuche mit dem Hammer zerſchlagen worden, und ſetzt das Thermometer ſo hinein, daß es ganz davon umgeben iſt, und unter der Kugel noch 1 Zoll hoch Eis über dem Boden liegt. Bey aufthauendem Eiſe halten ſich Waſſer und Eis in gleicher Temperatur.

Ver-

c) Unterſuch. über die Atmosph. B. I. §. 436. u. 443. f.

Vergleichungstafeln der Skalen von verſchiedenen Thermometern haben Martine [d]) und genauer Braun [e]) gegeben.

Man hatte ſehr bald wahrgenommen, daß Amonton's Luftthermometer große Mängel beſitze. Hermann [f]) ſchlug daher folgende Einrichtung vor, um dadurch vermittelſt einer Formel die mittlere Geſchwindigkeit der Theilchen zu finden, in deren Bewegung er nach dem Carteſianiſchen Syſteme das Weſen der Wärme und Elaſticität ſetzte. Es wird nämlich an einem gewöhnlichen unten aufwärts gekrümmten Gefäßbarometer (fig. 2.) ecm die Oefnung des Gefäßes m zugeſchmolzen. Die Vollkommenheit dieſes Luftthermometers beruht vorzüglich darauf, daß oben in der Torricelliſchen Leere nicht die geringſte Luft zurückgeblieben ſeyn muß. Die in dem Raume mfa eingeſchloſſene Luft wird bey größerer Wärme eine niedrigere Queckſilberſäule tragen; und wenn das Gefäß in Vergleichung mit der Röhre ſehr groß iſt, ſo bleibt der Raum, den die Luft darin ausfüllt, alſo ihre Dichtigkeit, in beyden Fällen beynahe einerley. Demnach verhält ſich die Höhe der Queckſilberſäulen beynahe wie die zugehörige Wärme.

Daniel Bernoulli [g]) wollte aber den Fehler vermeiden, welcher aus dem Auf- und Abdrucken der

d) Diſſ. ſur la chaleur avec des obſervat. nouvelles ſur la conſtruct. et comparaiſon des therm. trad. de l'Angl. à Paris. 1751. 12.

e) Harmonia ſcalarum in Nov. comment. Petrop. T. VII.

f) Phoronomia. L. II. prop. 85. Schol. p. 377.

g) Hydrodynamica. ſect. X. §. 81. ſqq.

der Queckſilberfläche fa entſteht, wodurch der Raum mfa doch in der That verändert wird, und gab daher ſein bereits im vierten Theile S 227. beſchriebenes Luftthermometer an. Da er aber wußte, daß der Siedgrad des Waſſers nicht allemal vollkommen übereinſtimmend gefunden werden dürfte, ſo ſagt er, man könne auch jeden andern Wärmegrad für die Einheit oder das Maas annehmen, und auf folgende Art völlig übereinſtimmende Thermometer zuwege bringen. Bernoulli ſetzt voraus, daß ſich bey gleicher Dichtigkeit die Wärme der Luft wie ihre Elaſticität verhalte. Nimmt man alſo diejenige Wärme für die Einheit an, welche in der Luft bey einer gewiſſen Dichtigkeit und Elaſticität ſtatt hat, z. B. diejenige, bey der das Barometer 28 Zoll hoch ſteht, und ein Cubikfuß Luft 600 Gran wiegt, ſo läßt ſich ein Luftthermometer alſo verfertigen. Man muß die Dichtigkeit der Luft zu derſelben Zeit ſuchen, und zugleich die Barometerhöhe beobachten. Wenn hiernächſt die Röhre gehörig mit Queckſilber gefüllt und hierauf zugeſchmolzen iſt, ſo muß man zuvörderſt an der Röhre einen Punkt g bemerken, welchen das Queckſilber bey einer ziemlich großen Hitze erreicht, wenn die Röhre vertikal ſteht. Dieß wird alsdenn der größte Grad der Hitze ſeyn, den das Thermometer zeigt. Auch kann man den Punkt g ganz willkührlich annehmen, wofern man ſich nicht zum voraus davon verſichern will, daß das Thermometer einen gewiſſen Grad der Hitze, z. B. des ſiedenden Waſſers, zeigen könne. Hat man nun zur Zeit dieſes Verſuchs einen Cubikfuß Luft 500 Gran ſchwer, und das Barometer 29 Zoll hoch befunden, ſo neigt man hierauf die Röhre, bis das Queckſilber g erreicht, und bemerkt die dazu gehörige Höhe; dieſe Höhe correſpondirt nun mit der Wärme

der

der Luft, welche bey derſelben ſtatt hat, wenn ein Cubikfuß 500 Gran wiegt, und das Barometer 29 Zoll hoch ſteht. Hieraus findet man leicht die derjenigen Wärme zugehörige Höhe, welche das Maas jeder andern Wärme ſeyn ſoll. Bey dieſer ſoll nämlich das Barometer 28 Zoll hoch ſtehen, und ein Cubikfuß Luft 600 Gran wägen. Es ſey dieſe geſuchte Höhe $= x$, und die Höhe $= y$, welche der Wärme zugehört, bey der die Dichtigkeit der Luft 500 Gran iſt, und das Barometer 28 Zoll hoch ſteht, ſo hat man

$$500 : 600 = \text{die bemerkte Höhe} : y$$
$$28 : 29 = y : x$$

folglich wird $x = \frac{29 \,.\, 600}{28 \,.\, 500}$ der bemerkten Höhe. Wird nun dieſe Höhe x in 100 oder 1000 Theile getheilt, ſo werden dieſe Theile die Grade des Luftthermometers abgeben, und es werden alle auf eben die Art eingerichtete Thermometer mit einander übereinſtimmen.

Bey dieſer von Daniel Bernoulli angegebenen Einrichtung des Luftthermometers iſt es beſchwerlich, daß man die Röhre jedesmal gegen den Horizont neigen muß. Deßwegen ſchlägt der Herr von Segner [h]) eine verbeſſerte Einrichtung vor, welche von dieſer Unbequemlichkeit frey iſt, bey welcher die Röhre beſtändig den vertikalen Stand behalten kann. Er zeigt, wie ſich die Reduktion fd auf diejenige, die ſie nach Bernoulli in der geneigten Lage des Thermometers haben müßte, durch Rechnung bewerkſtelligen laſſe.

Lam-

h) Program. de aequandis thermometris aëreis. Goetting. 1739. 4.

Lambert [i]) gieng wieder zu dem Luftthermometer des Amontons zurück. Er machte aber dabey die Aenderung, daß die Skale (fig. 3.) fb nicht in Zolle, ſondern in Grade getheilt wird, deren ein jeder $\frac{1}{1000}$ desjenigen Raums ausmacht, welchen die Luft in der Kugel de bey der Temperatur des zergehenden Eiſes einnimmt. Dieſe Einrichtung gab er ſeinem Luftthermometer durch eine ſehr genaue Abwägung des Queckſilbers, welches in Kugel und Röhre Platz hatte, und durch ſorgfältiges Calibriren aller Theile der Röhre. Ferner zog er die Wirkung des Drucks der Atmoſphäre und der Verlängerung und Verkürzung der Queckſilberſäule ſelbſt, bey den Veränderungen der Wärme, mit großer Aufmerkſamkeit in Betrachtung. Nach allen dieſen Berichtigungen zog er endlich aus ſeinen mühſamen Verſuchen das Reſultat, daß ſich die Luft, wenn man ihr Volumen bey der Temperatur des zergehenden Eiſes = 1000 ſetze, in der Hitze des ſiedenden Waſſers bis zum Volumen 1375, oder um $\frac{375}{1000} = \frac{3}{9}$ ausdehne; wofür er doch hernach die Zahl 1370 annimmt. Daher giebt er dem Fundamentalabſtande dieſes Luftthermometers 370 Grade ſo, daß zum Eispunkte 1000, zum Siedpunkte 1370 geſetzt wird. Nun hatte Lambert folgende Sätze als wahr angenommen: daß ſich bey gleicher Dichte die Wärme wie die Elaſticität verhalte, und daß bey gleicher Maſſe der Luft und bey gleichem Druck die Wärme im Verhältniſſe des Raums wachſe, durch den ſich die Luft ausdehne. Daher empfiehlt Lambert dieſes Thermometer als ein ſolches, das Grade der wirklichen Wärme angebe.

Da ſich auch feſte Körper, und beſonders Metalle, durch die Wärme ausdehnen, und durch die Käl-

i) Pyrometrie. Berlin 1779. 4.

Kälte wieder zuſammenziehen, ſo hat man ſich auch derſelben bedient, um dadurch das Zu- und Abnehmen der Wärme zu beobachten, und beſtimmte Grade derſelben anzugeben. Daher ſind die ſogenannten Metallthermometer entſtanden, welche beſonders zur Beobachtung großer Grade der Hitze dienen, in welchen flüſſige Materien ſchon kochen würden. Man nennt ſie auch Pyrometer. Der Nahme Pyrometer iſt zwar anfänglich ſolchen Einrichtungen gegeben worden, welche zu Ausdehnungsmaaßen bey ſchon bekannter Wärme dienen ſollten; allein nachher iſt es gewöhnlich worden, alle Werkzeuge Pyrometer zu nennen, welche zur Beſtimmung hoher Grade der Hitze dienen. Lambert unterſcheidet Pyrometer von Thermometern ſo, daß jene die dem Gefühle unerträglichen, dieſe die geringern Grade der Wärme angeben ſollen.

Zu der Erfindung der Pyrometer gab Richers Pendelbeobachtung zu Cayenne Veranlaſſung. Die Carteſianer wollten nicht gleich eine geringere Schwere unter dem Aequator annehmen, und ſuchten den Grund, warum das Sekundenpendel dort $1\frac{1}{4}$ Linie kürzer, als zu Paris, ſey, in der Wärme zu Cayenne. Newton hatte zwar aus mehreren Beobachtungen ganz richtig geſchloſſen, daß der Einfluß der Wärme viel zu gering ſey, um Richers Beobachtung zu erklären, welche vielmehr die verminderte Schwere und die abgeplattete Geſtalt der Erde beweiſe. Man ſah aber damals die Pendelbeobachtungen nicht für ſo wichtig an, und ließ die ganze Sache liegen. Erſt nach 1730 änderte ſich dieſe Meynung. Newton's Syſtem fand in Frankreich Anhänger, und man fieng an, die Wichtigkeit einer ſcharfen Prüfung der Längen von Pendeln und Meßſtangen zu empfinden. Muſſchenbroek

broek [k]) war der erſte, der unter dem Nahmen Pyrometer ein Werkzeug angab, welches beſtimmt war, die Ausdehnungen verſchiedener Metalle bey bekannten Graden der Wärme zu vergleichen. Sein erſtes Pyrometer zeigte ſchon die Ausdehnung von $\frac{1}{12500}$ rheinl. Zoll durch eine merkliche Bewegung des Zeigers. In der Folge gab er ihm eine verbeſſerte Einrichtung [l]), wobey die Ausdehnung einer Stange durch Räderwerk ſichtbarer gemacht wird. Die Stange wird nämlich an dem einen Ende feſt eingeſpannt, damit das andere Ende in der Länge durch Ausdehnung ſich bewege, und durch ein daran befeſtigtes Stängelchen den Zahn eines Trillings fortſchiebe. An der Axe dieſes Trillings befindet ſich ein großes Rad mit vielen Zähnen, welche in einen andern Trilling eingreifen, deſſen Axe wiederum ein größeres Rad mit Zähnen hat, die in einen dritten Trilling eingreifen u. ſ. f. Die Axe des letzten Trillings beſitzt einen Zeiger, welcher ſich auch durch die geringſte Ausdehnung der Stange um einen ſehr merklichen Raum fortbewegt, und auf einem Zifferblatte Theile anzeigt, deren Anzahl der Ausdehnung proportional iſt. Wenn dieſer Zeiger mit dem erſten Augenblicke der Ausdehnung der Stange fortgehen ſoll, ſo muß er ſo weit, als es angeht, zurückgedreht werden, damit alle Zähne, welche fortgerückt werden ſollen, einander völlig berühren. Uebrigens muß hiebey die Stange allein erwärmt werden können, indem ſich ſonſt das übrige Geſtelle ebenfalls ausdehnen, und in ſolchen Fällen nur der Unterſchied beyder Ausdehnungen gefunden würde. Muſſchenbroek ſtellte zuerſt

k) Tentamina experim. in Academ. del Cimento. Lugd. Bat. 1731. 4. P. II. p. 12.

l) Introduct. ad philoſoph. natur. T. II. §. 1527.

zuerſt fünf Weingeiſtlampen unter die Stange, veränderte aber nachher die Einrichtung ſo, daß mit dieſen Lampen Waſſer in einem blechernen Gefäße erhitzt, und die Stange hineingelegt wurde. In dieſer Lage wird ſie an die eine Seitenwand des Gefäßes angeſtemmt, das andere Ende derſelben biegt ſich aufwärts über einen Einſchnitt in der gegenüber ſtehenden Seitenwand hinaus, und wird an eine gezahnte Zange geſchraubt, welche in den erſten Trilling des Räderwerks eingreift. In das erhitzte Waſſer wird ein Queckſilberthermometer gebracht, um den Grad der Wärme zu beſtimmen.

In England ſchlug Ellicott im Jahr 1736 [m]) ein Inſtrument vor, an welchem das eine Ende der Stange feſt, das andere Ende aber mit einem Faden oder mit einer Uhrkette verbunden iſt, welcher unter einer Rolle hinweggeführt und in ſelbiger befeſtigt wird. Von dieſer Rolle geht ein Hebel aus, deſſen letztes Ende mit einem andern Faden oder einer Uhrkette verbunden iſt, der um eine andere Rolle gelegt und durch ein Gegengewicht ſo geſpannt wird, daß es gerade den Hebel hält. Die letzte Rolle beſitzt einen Zeiger, welcher auf einer Scheibe Grade zeigt. Dehnt ſich nun die Stange aus, ſo erhält dadurch die Rolle am erſten Ende des Hebels Freyheit, und das Gewicht hebt den Hebel ſo weit aufwärts, als die Rolle durch Verlängerung der Stange ſich drehen kann, wodurch auch zugleich der Zeiger gedreht wird. Eine Verlängerung des Stabes von $\frac{1}{1200}$ Zoll an Ellicotts Werkzeuge gab dem Zeiger eine Umdrehung von Einem Grade. Dieſes Werkzeug iſt mit zwey Hebeln und

m) Philoſoph. Tranſact. nr. 443. p. 297.

und zwey Rollen mit Zeigern verſehen, ſo daß zugleich zwey Stangen A und B eingelegt werden können. Man legt B auf A, erhitzt beyde, und giebt auf den Zeiger acht, um wie viele Grade er dadurch fortgetrieben wird. Darauf läßt man alles erkalten, nimmt B hinweg, legt eine dritte gleich lange Stange C auf A, und erhitzt ſie ſo lange, bis A wieder den vorigen Grad zeigt. Auf ſolche Art laſſen ſich die Ausdehnungen von B und C mit einander vergleichen.

Eine andere Einrichtung dieſer Art gab Bouguer [n]) an, womit er eigentlich die Verſchiedenheit der Ausdehnungen durch die Glühehitze in den verſchiedenen Klimaten und Höhen der amerikaniſchen Orte unterſuchen wollte. Ob nun gleich der Erfolg davon nach ſeinem Wunſche nicht ausfiel, ſo hat er doch dadurch mit ſeinen Reiſegefährten ſchöne Verſuche über die Ausdehnungen bey der Siedhitze des Waſſers und bey der Sonnenwärme angeſtellt. Sein Inſtrument hatte folgende weſentliche Einrichtung: zwey unter einem rechten Winkel mit einander verbundene ſtählerne Regeln von einem Fuß lang waren durch eine dritte ſchief liegende verbunden; um die Spitze des rechten Winkels drehete ſich ein Zeiger ebenfalls von 1 Fuß Länge, welcher auf einem Bogen, der an dem Ende der einen ſtählernen Regel befeſtigt war, Grade anzeigte. An dem Ende der andern ſtählernen Regel gieng ſenkrecht ein Fuß heraus, auf welchem in der Mitte ein Stift war. Einen dergleichen Stift hatte auch der Zeiger von dem Umdrehungspunkte 4 Linien ent-

n) Experiences à Quito, ſur la dilatation et la contraction, qui ſouffrent les metaux par le chaud et le froid in den Mém. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. 1745.

entfernt. Die Metallſtangen, welche unterſucht werden ſollen, wurden ebenfalls einen Fuß lang gemacht, und nahe bey den Enden mit Löchern verſehen, mit welchen ſie in die erwähnten Stifte eingelegt werden konnten. Wurde eine ſolche Stange länger als ein Fuß, ſo veränderte ſich auch die Stellung des Zeigers. Nun betrug die Entfernung des Stiftes am Zeiger vom Ruhepunkte 4 Linien, und die Länge deſſelben = 1 Fuß = 144 Linien, alſo wurde die Verlängerung der Metallſtange an dem Gradbogen 36mal merklicher. Noch ein anderes Inſtrument mit krumm gebogenen Stangen zur Erhitzung mit Lampen gab Bouguer nach einer von ihm erdachten Theorie an, welches aber ſeiner Erwartung nicht entſprach.

Genauere Verſuche dieſer Art hat Smeaton [o]) angeſtellt, wozu er ein Pyrometer gebrauchte, das, wie das Muſſchenbroek'ſche, ein blechernes Gefäß beſitzt, in welchem das Waſſer durch untergeſetzte Lampen erhitzt wird. Ein Thermometer zeigt den Grad der Hitze an. Die Verlängerung der ins Waſſer gebrachten Stange treibt die Mitte eines einarmigen Hebels fort, welcher ſich um eine am untern Theil befindliche Axe dreht, und durch eine Feder gegen die Axe gedruckt wird. Am obern Ende dieſes Hebels iſt ein Schenkel, welcher ſich in einem Gewinde auf- und abwärts bewegen läßt. Das Fortrucken des Hebels wird vermittelſt einer Mikrometerſchraube auf dieſe Art gemeſſen: den beweglichen Schenkel nimmt man ganz locker an ſeinem Griff, und läßt ihn durch ſein eigenes Gewicht herabſinken, bis er faſt wagrecht ſteht, hält ihn

o) Deſcription of a new pyrometer in Philoſ. Tranſ. Vol. XLVIII. 1754. n. 79.

ihn ſo ſchwebend, und ſchraubt dann die Mikrometer-ſchraube ſo weit ihm entgegen, bis ihr Ende das Ende des Schenkels berührt, welches man leicht durchs Anſtoßen, durchs Gefühl und Geſicht wahrnehmen kann. Die Stellung der Schraube zeigt alsdenn die Größe der Verlängerung, wenn nämlich vorher der Werth der Schraubengänge iſt beſtimmt worden, wozu hier kein anderes Mittel als die Erfahrung iſt. Smeaton fand an ſeinem Pyrometer den Werth von einem Hunderttheile der Umdrehung = $\frac{100}{57868}$ Zoll, und weil die Genauigkeit der Berührung bis auf $\frac{1}{4}$ eines ſolchen Theils fühlbar war, ſo glaubte er, daß ſeine Abmeſſungen bis auf $\frac{1}{2345}$ Zoll ſicher wären. Zuletzt führt er an, daß ſchon Graham Mikrometerſchrauben zu ähnlichen Abſichten gebraucht, und die Genauigkeit ſehr weit gebracht habe; ſeine Methode ſey aber ganz neu, und zuverläſſiger, als irgend eine ihm bekannte, beſonders, wenn man das Anſtoßen der Schraube an den Schenkel durchs Gehör bemerke, und zur Beſtimmung annehme.

Noch ein anderes Pyrometer wird von Nollet [p]) beſchrieben, bey welchem die Metallſtange durch unmittelbar darunter geſtellte Lampen erhitzt wird, und mittelſt einer in einem Glasgehäuſe eingeſchloſſenen Verbindung von Hebeln einen bezahnten Sektor bewegt, welcher in ein Getriebe eingreift, an deſſen Axe ein Zeiger befindlich iſt.

Neuere Verſuche hat der P. von Herbert [q]) mit einem Muſſchenbrök'ſchen Pyrometer angeſtellt.

Die Reſultate der verſchiedenen Verſuche giebt folgende Tafel an. Die Länge der Stangen iſt beym Eis-

p) Leçons de phyſique experim. T. IV. p. 353.
q) Diſſ. de igne. Vien. 1773. 8.

Eispunkte = 100000 geſetzt. Die Zahlen geben an, um wie viele Hunderttauſendtheile dieſer Länge ſie ſich ausdehnen, wenn ſie bis zum Siedpunkte des Waſſers erhitzt ſind.

	Muſſchenbroek	Ellicott	Bouguer	Dom Juan	Condamine	Smeaton	Herbert
Glas	—	—	78	60	—	83	86
Gold	—	73	94	—	—	—	—
Bley	142	155	109	—	—	286	262
Zinn	141	—	—	—	—	248	212
Silber	—	103	73	—	—	—	189
Meſſing	101	95	—	204	—	193	171
Kupfer	80	89	—	167	174	170	156
Stahl	77	56	—	127	—	122	—
Eiſen	73	60	55	92	106	125	107

Dieſe Tabelle zeigt, wie wenig die Reſultate der Verſuche mit einander übereinſtimmen. Die abſoluten Größen der Ausdehnungen ſind von Dom Juan, Condamine, Smeaton und Herbert weit größer und beynahe doppelt ſo groß angegeben, als von Muſſchenbroek, Ellicott und Bouguer. Lowitz in Nürnberg legte im Jahr 1753 eine 20 Fuß lange eiſerne Stange nebſt einem Thermometer an die Sonne, und fand ſie um $\frac{1}{2560}$ verlängert, indem das Thermometer von 11 bis 114 Grad nach Fahrenh. geſtiegen war. Aus dieſer Beobachtung zeigt Lambert durch Berechnung, daß ſich dieſe Stange vom Gefrierpunkte bis zum Siedpunkte höchſtens um $\frac{1}{1250}$, oder um 0,00080 würde ausgedehnt haben, welches der Muſſchenbroek'ſchen Beſtimmung am nächſten kommt.

Obgleich die bisher angeführten Pyrometer auch als Metallthermometer gebraucht werden können, ſo ſind doch von einigen wirkliche Metallthermometer er-

ſun-

funden worden, welche ganz eigentlich zu Angebung von Graden der Hitze beſtimmt worden ſind.

Cromwell Mortimer r) gab 1746 und 1747 ein ſolches Metallthermometer an, wo ein runder eiſerner Stab (fig. 4.) ab von $\frac{1}{4}$ Zoll Durchmeſſer, und 3 Fuß 1 Zoll Höhe bey b in einem unbeweglichen Geſtell befeſtigt iſt und durch ſeine Verlängerung den kürzern Arm des um g beweglichen Hebels egf erhebt. Am Ende des längern Arms bey f iſt ein Faden über die Rolle h geführt, welcher durch das Gewicht i geſpannt wird, ſo daß beym Herabſinken des Armes gf die Rolle h ſich drehen, und den Zeiger hn umwenden muß, der auf der unbeweglichen Scheibe mno die verlangten Grade anzeigt. Wenn der Stab ab ſich wieder verkürzt, ſo zieht das Gegengewicht l den Hebel bey e wieder herab, erhebt das Ende f, und läßt dem Gewichte i Freyheit, die Rolle h zurück zu drehen und den Zeiger in die vorige Lage zu bringen. Weil hiebey ag ſehr kurz gegen gf, und die Rolle ſehr klein gegen den Zeiger, gemacht werden kann, ſo laſſen ſich auch geringe Veränderungen der Länge des Stabes merklich machen. Mortimer bezifferte die Scheibe nach den Graden der Fahrenheitſchen Skale ſo, daß der Zeiger in der horizontalen Lage auf 212 wies. Eine Erhebung von etwa 75° bezeichnete die Siedhitze des Queckſilbers, und eine Umdrehung durch 180° die Hitze des ſchmelzenden Goldes.

Eine andere Einrichtung, welche ein Künſtler, John Ingram zu Spalding in Lincolnſhire, ausgeführt

r) A diſcourſe concerning the uſefulneſs of thermometers in chemical experiments &c. with the deſcription and uſes of a metalline thermometer newly invented in Philoſ. Tranſ. Vol. XLIV. n. 484. append. p. 672.

geführt hat [s]), beſitzt ebenfalls einen aufrecht ſtehenden eiſernen Stab, der durch ſeine Verlängerung einen Hebel der zweyten Art nahe bey deſſen Ruhepunkt erhebt. Das Ende dieſes Hebels hebt auf eine ähnliche Art einen zweyten Hebel, und erſt dieſer dreht durch einen an ſein Ende befeſtigten Faden die Rolle mit dem Zeiger um. Verkürzt ſich die Stange wieder, ſo ſinken beyde Hebel durch ihr Gewicht zurück, und bringen den Zeiger in die vorige Lage. Das Inſtrument ward im Muſeum der Gentlemen's ſociety zu Spalding aufbewahrt, und ſoll mit Beobachtungen mit andern Werkzeugen gut übereingeſtimmt haben. Der eigentliche Erfinder war ein gewiſſer Frotheringham in Holbeach.

Um die Veränderungen merklicher zu machen, haben andere ſtatt der Hebel Räderwerk gebraucht. Dahin gehören die Metallthermometer von Fitzgerald [t]), vom Erbmarſchall der Churſachſen Grafen von Löſer [u]), und von Zeiher [x]).

Das gräflich Löſeriſche hat folgende Einrichtung: an dem obern Theile des eiſernen Cylinders (fig. 5.) ab befinden ſich die Hebel ad und ac. An dieſen iſt das bleyerne Prisma de befeſtigt, welches bey e mit dem Arme des oben bezahnten Sektors fpg verbunden iſt. Dieſer Sektor iſt bey g um eine Axe beweglich, und greift mit ſeinen Zähnen in das Getriebe l, an dem das Stirnrad k befeſtigt iſt, welches oberwärts in das Getriebe m eingreift, woran der Zeiger

s) Philoſ. Tranſact. Vol. XLV. n. 485. p. 128.

t) Ibid. Vol. LI. P. II. p. 823.

u) Thermometri metallici ab inventione Comitis *Loeſeri* deſcriptio, auct. *Jo. Dan. Titio.* Lipſ. 1765. 4.

x) Nov. commentar. Petrop. T. IX. p. 305.

ger m n ſteckt, unten aber greift es in ein Stirnrad h, an deſſen Welle i ſich der Zeiger i o befindet. Dieſes ganze Räderwerk iſt von auſſen durch eine größere Scheibe α (fig. 6.), und eine kleinere β verkleidet, an welchen ſich die Zeiger m n und i o herumdrehen. Die kleine Scheibe iſt in Grade getheilt, welche die Größe der Ausdehnung in Graden der de l'Isliſchen Skale bemerken. Die größere Scheibe iſt in zehn Theile getheilt, und bemerkt Decimaltheile der Grade auf der kleinern Scheibe. Die 6te Figur zeigt das Inſtrument ſo, wie es ſich mit allen ſeinen Bedeckungen von auſſen darſtellt.

Was die Lehre von der freyen oder fühlbaren Wärmematerie betrifft, ſo hat ſich vorzüglich Boerhaave [y]) Mühe gegeben, ihre Geſetze näher zu entwickeln. Er nimmt hiebey, wie ſchon bemerkt worden, an, daß die Wärmematerie bloß mechaniſch, nicht chemiſch wirke. Es war ihm aus Erfahrungen hinreichend bekannt, daß alle Körper eines Syſtems mit der Zeit zu gleicher Temperatur kommen, bey welcher ſie alle das Thermometer auf einerley Grad bringen. Er ſchließt hieraus, jeder Körper erhalte in gleichem Volumen oder bey gleicher Maſſe gleich viel abſolute Menge freyer Wärme, oder die abſoluten Mengen des freyen Wärmeſtoffs verhalten ſich bey gleicher Temperatur wie die Volumina der Körper. Nach ihm dringt die Wärmematerie in die Poren der Körper ein und greift die Maſſe nicht an. Und da die Erwärmung oder Erkältung durch berührende Körper nicht plötzlich, ſondern durch allmählichen Uebergang erfolgt, ſo glaubte er, daß die Erkältung durch verſchiedene Körper ſich, wie die Dichtigkeit, verhalte.

Ueber-

y) Elementa chemiae, cap. de igne.

Ueberdem ſtellte auch Boerhaave eine Menge Verſuche über die Temperatur der Miſchung verſchiedener Körper von ungleichen Temperaturen an. Er glaubte daher zu finden, die Wärme der Miſchung ſey die halbe Differenz der beyden Temperaturen der vermiſchten Maſſen, wenn ſie gleich ſind. Unter andern ließ er auch Queckſilber und Waſſer unter gleichem Volumen vermiſchen, um die Vertheilung der Wärme unter beyden zu erfahren. Daraus ergab ſich, daß 3 Maas Queckſilber und 2 Maas Waſſer zuſammengegoſſen eben die Wärme geben, die gleiche Theile Waſſer zuſammengegoſſen geben, es mag das Queckſilber oder das Waſſer wärmer ſeyn. Aus dieſem Verſuche begnügte ſich Boerhaave zu folgern, daß ſich die Wärme nicht nach der Dichtigkeit der Körper vertheile, und fand am Ende in ſelbigem ſogar eine Beſtätigung ſeines Satzes, daß die Vertheilung nach den Räumen geſchehe.

Noch genauer als Boerhaave hat Richmann einige Geſetze der freyen Wärme aus einer Reihe ſinnreicher Verſuche zu entwickeln geſucht. Er fand nämlich [z])

1. daß die Erhitzung oder Erkältung eines der Luft ausgeſetzten Körpers, wenn die Temperatur der Luft gleich bleibt, in gleichen Zeittheilchen der Differenz der anfänglichen Temperaturen gleich iſt.

2. Daß, wie ſchon Newton gefunden hatte, ein Theil der Wärme eines erhitzten Körpers in einem kal-

z) Inquiſitio in legem, ſecundum quam calor fluidi in vaſe contenti certo temporis intervallo in temperie aëris conſtanter eadem decreſcit, vel creſcit, et detectio ejus; in Nov. comment. Petrop. T. I. p. 191. ſqq.

kalten Mittel, deſſen Temperatur ſich gleich bleibt, weggeführt wird, welcher der in ihm zurückbleibenden Wärmemenge proportional iſt.

3. Daß die Erkältungen erhitzter Körper in einem Mittel, deſſen Temperatur ſich gleich bleibt, im geraden Verhältniſſe ihrer Oberflächen und im umgekehrten ihrer Maſſen ſind.

Ferner ſtellte auch Richmann [a]) Unterſuchungen über die Temperatur der Miſchungen gleichartiger Maſſen an, und fand, daß ſich in zwey gleichartigen Körpern von gleichen Temperaturen die abſoluten Mengen des freyen Wärmeſtoffs wie die Maſſen oder Volumina verhalten. Zugleich widerlegte er Boerhaave's Behauptung, daß die Wärme der Miſchung die halbe Differenz der beyden Temperaturen der vermiſchten gleichen Maſſen ſey; dagegen fand er folgende wahre Regel: wenn zwey gleichartige Körper von ungleichen Temperaturen mit einander gleichförmig vermengt werden, ſo breitet ſich die Wärmemenge beyder zuſammen gleichförmig durch das ganze Gemenge aus, und es muß die Vertheilung des Ueberſchuſſes des freyen Wärmeſtoffes den Voluminibus oder Maſſen derſelben proportional ſeyn. Wenn daher T, t die verſchiedenen Grade der Temperatur der zu vermengenden gleichartigen Körper, M, m ihre Maſſen oder Volumina anzeigen, ſo iſt die Temperatur nach der Vermengung, oder $x = \frac{T.M + t.m}{M + m}$. Wenn $M = m$ iſt, ſo iſt $x = \frac{T + t}{2}$. Geſetzt, es werde 1 Pf. heißer Sand

von

a) De quantitate caloris, quae poſt miſcelam fluidorum certo gradu calidorum oriri debet, cogitationes, in Nov. comment. Petrop. T. I. p. 152. ſqq.

von 180 Gr. Fahrenh. mit 1 Pf. Sand von 40 Gr. vermengt, ſo wird die Temperatur nach der Vermengung $\frac{180 + 40}{2} = 110$ Gr. werden, oder der Ueberſchuß, 140 Grad in dem einen Pfunde, wird ſich unter beyde Pfunde gleichförmig vertheilen, ſo daß das wärmere Pfund $\frac{140}{2}$ oder 70 Gr. verliert, und das kältere dagegen $\frac{140}{2}$ oder 70 Gr. erlangt. Oder, wenn 10 Pfund Waſſer von 180 Gr. mit 6 Pf. Waſſer von 40 Gr. vermiſcht werden, ſo wird die Temperatur nach der Vermiſchung $\frac{180 \,.\, 10 + 40 \,.\, 6}{10 + 6} =$ $127\frac{1}{2}$ Gr. werden.

Aus der Formel $x = \frac{MT + mt}{M + m}$ folgt, daß $M : m = x - t : T - x$; und es läßt ſich daraus finden, wie groß die Maſſen oder die Gewichte zweyer gleichartiger Körper, deren verſchiedene Temperaturen gegeben ſind, ſeyn müſſen, um aus ihrer Vermengung die verlangte Temperatur herauszubringen. Hat man z. B. Waſſer von 60 Gr. und von 180 Grad, ſo hat man das Verhältniß $96 - 60 : 180 - 96 = 36 : 84 = 3 : 7$ d. h. man wird von dem Waſſer von 180 Gr. 3 Theile, und von dem von 60 Gr. 7 Theile mit einander vermiſchen müſſen, um 96 Gr. warmes Waſſer zu erhalten.

Wolf hatte ſchon bemerkt, daß dichtere Körper weit eher erwärmen und erkalten können, als lockere (Th. III. S. 233.). Dieſe Bemerkung hat Rich-

mann b) durch ſeine Erfahrungen beſtätigt; er fand, daß das Queckſilber, einer der dichteſten Körper, die Wärme weit ſchneller annehme und verliere, als das Waſſer und viele andere Materien von weit geringerer Dichtigkeit.

Ueberhaupt haben Martine und von Buffon gezeigt, daß Boerhaave's Satz, die Erkältung durch verſchiedene Körper verhalte ſich wie ihre Dichtigkeit, falſch ſey.

Hamberger c) glaubte gefunden zu haben, daß glühendes Eiſen in freyer Luft ſchneller erkalte, als im luftleeren Raume. Er hieng nämlich zwey glühend gemachte ſtählerne gleich große Kegel an eiſerne Dräthe im luftleeren und im luftvollen Raume auf. Nach einer halben Stunde war letzterer kalt geworden, erſterer aber war noch ſo heiß, daß man ihn nicht ohne Beſchädigung anfühlen konnte.

Daß ſich die freye Wärme durch Spiegel auffangen, und in einen Brennraum ſammeln laſſe, war ſchon nach Zahns Erzählung in Wien verſucht worden. Nach der Zeit haben Mehrere Verſuche dieſer Art angeſtellt. Du Fay d) nahm zwey Hohlſpiegel, den einen von zwanzig, und den andern von 17 Zoll im Durchmeſſer; in den Brennpunkt des einen Spiegels brachte er glühende Kohlen, und in dem Brennpunkt des andern 50 Fuß davon entfernten konnte er brennbare Materien entzünden. Caſſini e) ſchlug vor, dem Brennſpiegel einen ebenen oder kleinen

b) Nov. commentar. Petropol. T. III. p. 309.

c) Element. phyſic. §. 310.

d) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1727.

e) Ibid. an. 1747.

nen Hohlſpiegel gegenüber zu ſtellen, um in dem nunmehrigen Brennraume Metalle im Schmelztiegel fließend zu erhalten.

Manche Naturforſcher haben noch in dieſem Zeitraume eine kaltmachende Materie angenommen, um die Entſtehung der Kälte zu erklären, welche bey Auflöſung der Salze und ſauren Geiſter entſteht. Geoffroy[f]) und Muſſchenbroek[g]) haben durch viele Verſuche gezeigt, daß zwar die Oele das Eis ſchmelzen; allein da ſie ſich nicht mit dem daraus entſtehenden Waſſer vermiſchen, ſo erzeugen ſie auch dabey keine Kälte.

Boerhaave[h]) fand zuerſt, daß geſtoßener Salmiak im Waſſer aufgelößt endlich eine ſolche kalte Miſchung giebt, daß man in ſelbiger Waſſer zu Eis bringen kann. Der Herr von Mairan[i]) ſchließt aus ſeinen Verſuchen, daß das Kochſalz unter allen Salzen das Eis am geſchwindeſten ſchmelze, nachher der Salmiak, und endlich der Salpeter. Nach Reaumur's[k]) Erfahrungen ſind die Unterſchiede zwiſchen den Erkaltungen, welche aus der Vermengung Eines Theils dieſer Salze und zweyer Theile Eis entſtehen, nach der Ordnung in den Verhältniſſen,

f) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1727. 1728.

g) Experimenta varia circa mixturas cum aqua, ſpiritu vini, aqua forti &c. inſtituta in den Tentam. Acad. del Cimento. Lugd. Batav. 4.

h) Element. chemiae. cap. de igne. experim. IV. coroll. 4.

i) Diſſ. ſur la glace. ſect. IV. chap. 5.

k) Mém. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1734.

ſen, wie die Zahlen 15, $12\frac{2}{3}$, $3\frac{1}{2}$; d. h. der Weingeiſt des Thermometers iſt in dem Gemenge von Eis und Kochſalz 15 Grad tiefer gefallen, als in dem reinen Eiſe, in dem Gemenge von Eis und Salmiak $12\frac{2}{3}$ Grad und in dem von Eis und Salpeter $3\frac{1}{2}$. Der Herr von Mairan ſchließt hieraus, daß das Verhältniß der Kräfte des Kochſalzes und des Salmiaks auf das Schmelzen des Eiſes das umgekehrte der Zeiten ſey. Uebrigens ſchien ihm aber der Salmiak allemal das künſtliche Gefrieren am geſchwindeſten zuwege zu bringen, nach ihm der Salpeter, und das Kochſalz, ob es gleich das Eis am ſchnellſten ſchmilzt, am langſamſten.

Der ordentliche Zucker brachte nach Mairan's Wahrnehmung das Thermometer auf 4 Grad unter dem Gefrierpunkte; die Aſche von grünem Holze auf 3 Grad, der Alaun auf $1\frac{1}{4}$ Grad. Nach Reaumur wurde das Thermometer durch geläutertes Steinſalz auf 17 Grad heruntergebracht.

Uebrigens bemerkt der Herr von Mairan, daß insgemein die ſauren Geiſter noch mehr thun, als die Salze ſelbſt, daraus ſie gezogen ſind. So trieb ſchon Fahrenheit durch Salpetergeiſt und Schnee oder Eis die künſtliche Kälte bis zu — 40 Grade ſeines Thermometers.

Bisher hatte man geglaubt, daß das Queckſilber bey den größten Graden der Kälte noch flüſſig bleibe, oder es ſey weſentlich flüſſig. Gmelin ſah es zu Jeniſeisk in Sibirien im Jahr 1734 bis auf — 120 Grad der Fahrenheitſchen Skale herabfallen, ohne daß es ſeine Flüſſigkeit zu verlieren ſchien; in andern Fällen, die er auf ſeiner damaligen Reiſe beobachtete, zeigten ſich im Thermometer Erſcheinungen, die dem Gefrie-

Gefrieren ähnlich waren, welche er aber gar nicht dafür anſahe, ſondern von dem Eſſig herleitete, mit dem man das Queckſilber gereinigt hatte. Am 14. Dec. 1759 aber ſank dem Prof. Braun[l]) zu Petersburg bey einer Temperatur der äußern Luft von — 34 Grad nach Fahrenheit in einer Miſchung von Schnee und rauchendem Salpetergeiſt das Queckſilber des Thermometers bis — 352 Grad herab, und er fand daſſelbe, als er die Kugel aus der Miſchung nahm, wider alle Erwartung feſt und gefroren. Am 25. Dec darauf ward der Verſuch wiederholt, und die Kugel des Thermometers zerbrochen, wobey ſich das Queckſilber als eine feſte, glänzende, metalliſche Maſſe zeigte, die noch weicher als Bley war, und einen dumpfen Schall gab.

Auch wurde in dieſem Zeitraume entdeckt, daß die Ausdünſtung Kälte erzeugt. Der Herr von Mairan[m]) hat die Kugel eines Thermometers faſt niemals in eine flüſſige Materie, z. B. Waſſer, getaucht, daß er nicht, indem er ſie wieder herausgezogen, den Weingeiſt oder das Queckſilber in der Röhre merklich hätte fallen geſehen, wenn auch die umgebende Luft etwas weniger Kälte gehabt hatte, als das Waſſer, daraus die Kugel war gezogen worden.

Unter andern nahm der Herrn von Mairan zwey Queckſilberthermometer, die er ſieben bis acht Zoll weit von einander geſtellt hatte. Die Kugel des einen

l) De admirando frigore artificiali, quo mercurius ſ. hydrargyrus eſt congelatus. Petrop. 1760. 4. und in Nov. comment. Petrop. T. XI. p. 268. Additamenta et ſupplem. ibid. p. 302.

m) Diſſ. ſur la glace. P. II. ſect. II. cap. 8. 9.

einen Thermometers wickelte er in einen leinenen Lappen, welcher über ihr mit einem Faden zugebunden war; er tauchte ſie ins Waſſer, womit er ein Gefäß von feinem Thon, 3 Zoll im Durchmeſſer, angefüllt hatte, und ließ alles in dieſem Zuſtande, bis das Queckſilber dieſes Thermometers den Wärmegrad des Waſſers angenommen hatte. Dieſer Grad wurde einerley mit demjenigen befunden, welchen das daneben ſtehende Thermometer in der Luft anzeigte, und welchen beyde Thermometer den folgenden Tag noch zeigten, nämlich den 8ten Grad über dem Froſtpunkte. Nachdem er nun das Gefäß, in welchem das eine Thermometer eingetaucht war, hinweggezogen, ſo blies er mit einem großen Blaſebalge, welcher eine ziemlich gleiche Wärme mit der Luft des Zimmers hatte, in einer Weite von 4 bis 5 Zollen auf die naſſe Leinwand, in welche die Kugel gewickelt war. Alsdenn ſahe er ſogleich das Queckſilber in der Röhre fallen, und in weniger als zwey Minuten ſtand es 2¼ Grad niedriger als zuvor, d. i. 5½ Grad unter dem Gefrierpunkte, wo es auch ſtehen blieb. Gleich darauf blies er auch auf die ganz bloße Kugel des andern Thermometers, und da ſtieg das Queckſilber ohngefähr einen halben Grad.

Der Herr von Mairan leitet dieſe Erſcheinung von der Bewegung des an die Kugel des Thermometers gelegten Waſſerhäutchens in der Luft ab; vermuthlich, ſagt er, bewege ſich die feine Materie in der Luft anders, als im Waſſer. Zwar ſey die Luft an einem ſolchen Orte, z. B. in einem Zimmer, nicht ſtark bewegt, jedoch ſeyen ihre Theile niemals ohne einige Bewegung. Daher falle das Thermometer in einem ſolchen Zimmer nur um ein weniges, höchſtens einen halben Grad, herab; wenn aber gegen die

naſſe

naſſe Kugel in einer Weite von 10 bis 12 Zoll geblaſen werde, ſo ſey das Fallen um ein merkliches größer. Die naſſe Leinwand um die Kugel des Thermometers herum erhalte ein Waſſerhäutchen, welches ſonſt, wenn die Kugel bloß ins Waſſer wäre getaucht worden, gar bald verdunſten, oder durch das Blaſen zerſtreut werden würde. Auch werde durch dieſes Mittel daſſelbe Häutchen in unendlich viele kleine Stückchen zwiſchen den Fäden zertheilt, deren Zwiſchenräume mit Waſſer erfüllt ſind. Denn es ſey ſehr wahrſcheinlich, daß die Wirkung dieſes Anſtoßens oder dieſer Berührung der Luft deſto mehr und deſto eher zu merken iſt, je kleiner die Maſſe Waſſer iſt, an welche ſie anſchlage.

Richmann [n]) ſchrieb dieſe Erſcheinung den in der Luft ſchwebenden kaltmachenden Theilen zu, welche von dem an der Kugel des Thermometers hangenden Waſſerhäutchen angezogen würden. Cullen [o]) hingegen war der erſte, der ſie aus der Verdunſtung der Waſſertheilchen herleitete, wobey Wärme verbraucht werde.

Baume´ [p]) hat über dieſen Gegenſtand mehrere Verſuche angeſtellt. Er fand, daß das Eintauchen der

n) Tentamen explicandi phaenomenon paradoxum, ſcilicet thermometro mercuriali ex aqua extracto mercurium in aëre aqua calidiori deſcendere et oſtendere temperiem minus calidam, ac aëris ambientis eſt, in Nov. comment. Petrop. T. I. p. 290.

o) Von der Kälte, die durchs Ausdünſten flüſſiger Sachen verurſacht worden, in den neuen Edinburg. Verſ. Th. II. 1755.

p) Sur le refroidiſſement que les liqueurs produiſent en s'evaporant in Mémoir. preſentés. T. V. p. 405 et 425.

der Kugel des Thermometers in Vitriolàther die ſchnellſte und ſtärkſte Wirkung thue.

Nach Braun [q]) iſt die Erkältung des Thermometers deſto größer, je geſchwinder die Verdunſtung iſt. In Oele und ſaure Geiſter getaucht zeigte das Thermometer gar keine Erkältung, und in die letztern, wenn ſie ſtark waren, vorzüglich in Vitriolöl, getaucht, fieng es in der Luft ſogar zu ſteigen an, weil dieſe Geiſter die Feuchtigkeit aus der Luft an ſich zogen, und ſich damit erhitzten.

Wirkung der Wärme.

Ueber die erſte Wirkung der Wärme, welche nämlich in einer größern Ausdehnung des Raumes beſteht, ſind in dieſem Zeitraume verſchiedene Verſuche angeſtellt worden, theils um die ältern Beobachtungen näher zu beſtimmen, theils aber auch, um herrſchende Vorurtheile auf die Seite zu ſchaffen. So hatten die franzöſiſchen Gelehrten geglaubt, daß die Verkürzung der Sekundenpendellängen in den heißen Erdſtrichen keine geringere Schwere unter dem Aequator anzeige, als gegen die Pole hin, ſondern ſie leiteten vielmehr dieſe Beobachtung aus der Ausdehnung der Pendelſtangen durch die Wärme her. Um nun dieſen wichtigen Gegenſtand einer nähern Prüfung zu unterwerfen, wurden die ſogenannten Pyrometer erfunden. Die franzöſiſchen Akademiſten ſelbſt richteten nunmehr größere Aufmerkſamkeit darauf, und unterſuchten ihn bey der Gradmeſſung in Peru mit vorzüglichem Fleiße. Grahams Erfindung, die Pendelſtangen aus verſchiedenen Metallen zuſammenzuſetzen, und den Einfluß

q) Nov. comment. Petrop. T. X. überſ. im neuen Hamburg. Magazin B. IV. S. 369. f.

fluß der Wärme durch Compenſation aufzuheben, machte die Sache noch wichtiger. Durch alle dieſe Bemühungen wurde man endlich überzeugt, daß der Einfluß der Wärme viel zu gering ſey, um die gemachten Beobachtungen an den Pendellängen in dem heißen Erdſtriche der Erde zu erklären.

Was die Ausdehnung des Queckſilbers durch die Wärme betrifft, ſo beobachtete Wolfg. Kraft das Gewicht einer goldenen Kugel in warmem und kaltem Queckſilber, und fand, daß ſich das Queckſilber bey der Wärme des ſiedenden Waſſers zu 0,01535 des Raums ausbreitete, den es im gefrierenden Waſſer einnimmt. Auch De l'Isle ſtellte deßwegen Verſuche an, und fand, daß ſich der Raum des Queckſilbers beym Grade des gefrierenden Waſſers zu ſeinem Raume beym Grade des ſiedenden Waſſers wie 10000: 10150 verhält, welches mit Kraft's Beſtimmung ziemlich übereinkommt. Dagegen bemerkt aber Martin Strömer[r]), daß dieſe Verſuche nicht zuverläſſig genug ſind. Denn Kraft habe ein Gefäß mit Queckſilber in ein Gefäß mit Waſſer geſetzt, und die Schwere der goldenen Kugel beobachtet, gleich da ſich das Waſſer mit einer Eisſchale überzogen habe; dieß ſey aber ziemlich unſicher, weil der untere Theil des Waſſers den Grad des Gefrierens nicht ſo bald erreiche, als der obere, und das Queckſilber dieſen Grad der Kälte aus dem Waſſer noch ſpäter bekomme, und beſonders, wenn es in einiger Menge vorhanden ſey, anſehnliche Zeit dazu nöthig habe, nachdem der obere Theil des Waſſers ſchon mit der Eisſchale überzogen ſey.

r) Abhandl. der ſchwed. Akad. der Wiſſenſchaft. Th. VII. der Ueberſ. S. 166.

ſey. Um nun dieſe Sache genauer zu unterſuchen, füllte **Strömer** ein Thermometerglas mit einer engen Röhre, $1\frac{1}{2}$ Zoll lang, das er zuvor aufs genaueſte gewogen hatte, ganz voll Queckſilber in einem ſehr kalten Zimmer, wobey er vorzüglich darauf Rückſicht nahm, daß keine Luft zurückblieb. Hierauf ſetzte er das Glas in zuſammen gedruckten Schnee, welcher nach ihm das ſicherſte Mittel iſt, den Grad des Gefrierens zu beſtimmen, ließ alsdann ſo viel Queckſilber auslaufen als konnte, und ſtrich es glatt ab, daß es gleich eben gefüllt war. Darnach wog er das Glas zugleich mit dem darin gebliebenen Queckſilber in einem noch kältern Orte, als wo ſich der Schnee befunden hatte, damit nicht etwas von Queckſilber beym Abwägen herauslaufen möchte. Alsdenn ſetzte er das Glas in ſtark ſiedendes Waſſer, und ließ auf eben die vorerwähnte Art ſo viel Queckſilber, als konnte, herauslaufen, worauf er das Glas nebſt dem zurückgebliebenen Queckſilber von neuem wieder wog.

Er fand, daß die Queckſilbermaſſe nebſt dem Glaſe im zuſammengedruckten Schnee $229\frac{25}{32}$ Aß wog. Nachdem ein Theil von dieſer Maſſe durch das kochende Waſſer war ausgetrieben worden, wog das übrige $226\frac{13}{32}$ Aß. Das leere Glas wog $32\frac{7}{32}$ Aß, und die Barometerhöhe war 25,535 zehntheilige Zolle. Hieraus folgt, daß beym Grade des ſiedenden Waſſers $194\frac{3}{16}$ Aß Queckſilber eben ſo viel Raum einnehmen, als $197\frac{9}{16}$ Aß im gefrierenden Waſſer, und daß der Raum des Queckſilbers beym gefrierenden Waſſer zu deſſen Raume beym kochenden Waſſer ſich wie $194\frac{9}{16}$ zu $197\frac{3}{16}$ oder wie 10000 : 10174 verhält. Da dieſes mehr beträgt, als **Kraft** und **de l'Isle** gefunden haben, ſo vermuthet **Strömer**, daß der

merk-

merkliche Unterſchied von der verſchiedenen Art, den Grad des Gefrierens zu beſtimmen, herrühren werde, welcher im Waſſer, deſſen oberſte Schale nur Eis iſt, nicht ſo tief ſeyn könne, als im Schnee, welcher wirklich Eis ſey.

Kraft und andere Phyſiker hatten gegen die gemeine Meynung, daß die Wärme alle Körper ausdehne, verſchiedene Beyſpiele, als Hölzer, Wurzeln, Leder, Knochen u. ſ. w. angeführt, welche durch Einwirkung der Wärme vielmehr in einen engern Raum gebracht würden, und dadurch zu beweiſen geglaubt, daß die Wärme nicht alle Körper ausdehne. Allein man hat dagegen bald angemerkt, daß die Wärme hiebey nicht allein unmittelbar, ſondern auch noch mittelbar durch die in ihnen enthaltene Feuchtigkeit wirkt. Dieſe verdunſtet nämlich in der Wärme, daher geben die Körper in der Hitze ein, und ſchwellen in der Kälte auf.

Der Herr von Reaumur [s]) fand, daß Eiſen, Wismuth, Spiesglanz und Schwefel im Fluſſe einen größern Raum einnehmen, als im Zuſtande der Flüſſigkeit.

Der erſte, welcher Verſuche über die Ausdehnung der hölzernen Stangen in der Kälte anſtellte, war Andreas Celſius [t]) zu Upſal. Die Veranlaſſung hiezu gab ihm eine Abmeſſung, die er zu Ober-Torneo mit 15 Ellen langen Stangen von Fichtenholz vorhatte. Denn da dieſe Stangen in einer warmen Stube zubereitet wurden, ſo wollte er wiſſen, ob ſie eine

s) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1726.
t) Abhandl. der ſchwed. Akad. der Wiſſ. Bd. I. der d. Ueberſ. S. 41. f.

eine gleiche Länge behalten würden, wenn die Abmeſſung derſelben in einer ſtrengen Kälte geſchähe. Um nun dieſen Gegenſtand gehörig ins Licht zu ſetzen, ließ er ſich aus einer eiſernen Stange ein drey Ellen langes Maas verfertigen, das an beyden Enden mit zwey Haken von 2 Zoll in einem rechten Winkel verſehen war; an dem einen Haken war eine geſchliffene ſtählerne Platte, und an dem entgegenſtehenden ein Mikrometer eingeſetzt, welches jeden Schraubengang in hundert Theile abtheilte, davon ein jeder Theil ſich wie $\frac{47}{1000}$ oder größtentheils $\frac{1}{10}$ Theil eines Punktes verhält. Dieſer eiſerne Maasſtab blieb in einer Kammer ſtehen, wo das Reaumuriſche Thermometer eine Wärme von 14 Grad über dem Gefrierpunkte zeigte. Nachdem er nun auf ſelbigem drey Ellen lange Stangen, die an beyden Enden mit Eiſen verſehen waren, gehörig abgemeſſen hatte, ſo ſetzte er ſie 4 Tage lang in die Kälte, während welcher Zeit Reaumuriſche Thermometer den 14ten Grad unter dem Froſtpunkte zeigten. Hierauf wurden die Stangen in derſelben Kammer wieder gemeſſen, und die Theile des Mikrometers aufgezeichnet, wie aus folgender Tabelle zu erſehen iſt.

	In der Kälte		in der Wärme		Unterſchied	
trocken Tannenholz	1594	Theile	1564	Thle	30	Thle
friſch Fichtenholz	1755	-	1736	-	19	-
trocken Fichtenholz	1490	-	1467	-	23	-
trocken Ellernholz	1959	-	1938	-	21	-
trocken Birkenholz	18[illegible]8	-	1797	-	21	-
trocken Espenholz	1952	-	1929	-	23	-
friſch Eſchenholz	1870	-	1837	-	33	-
friſch Ahornholz	1787	-	1762	-	25	-
friſch Kirſchbaumholz	1650	-	1621	-	29	-
friſch Apfelbaumholz	1684	-	1657	-	27	-

Wenn

Wenn man aus allen dieſen Unterſchieden ein Mittel nimmt, ſo wird dieß 25 ſolcher Theile des Mikrometers betragen, welche ſich wie $\frac{12}{1000}$ Theil einer geometriſchen Linie verhalten; als ſo viel eine dreyellige Stange in der Kälte verlängert worden. Wenn man aber nur von Fichtenſtangen ein Mittel nimmt, welche beym Meſſen am gebräuchlichſten ſind, ſo macht ſolches 21 Theile an dem Mikrometer oder $\frac{1}{16}$ Theil einer Linie aus, mithin hat die Kälte eine jede Stange um $\frac{1}{6000}$ Theil länger ausgedehnt, als ſie in der Wärme geweſen.

Wenn man nun, ſagt Celſius, die Wirkung, welche dieſe Probe bey der Meſſung in Ober-Torneo verurſacht, ſehen und zugleich feſtſetzen wollte, daß dieſer franzöſiſche eiſerne Maasſtab, wornach die Stangen juſtirt worden, genau Eine Toiſe bey der Wärme von 14 Graden geweſen, ſo muß die Länge des Mittagskreiſes bis auf $\frac{1}{6000}$ Theil oder eine Toiſe und $\frac{204}{1000}$ Theil vermehrt, mithin muß zu Folge deſſen zu einem ganzen Grade von $57437\frac{9}{16}$ Toiſen, noch $9\frac{573}{1000}$ Toiſen zugeſetzt werden, da denn der abgemeſſene Grad nach dem Polarkreis auf $57447\frac{473}{1000}$ Toiſen hinausläuft, welches die Erde, nach Newton's Meynung, bey den Polen annoch flacher macht.

Was die andere Wirkung der Wärme, nämlich die Verdunſtung betrifft, ſo hat man in dieſem Zeitraume mancherley Hypotheſen darüber aufgeſtellt. Muſſchenbroek[u]) meinte, die Bewegung der Theile durch den Stoß des Feuers allein reiche nicht zu, das Aufſteigen der Dünſte zu erklären; denn ſonſt müßten ſie ſo ſchnell, als der abgeſchoſſene Schroot, in

u) Introduct. ad philoſoph. natural. T. II. §. 2297.

in die Höhe ſteigen, welches man doch nie bemerke; auch verlaſſe das Feuer dünne Körper bald. Vielleicht dringe das Feuer in die Theilchen ein, vergrößere ihren Durchmeſſer, und verwandle ſie in Bläschen, in welchen eine dünne Waſſerhaut etwas weniges Feuer umſchließe. Werde der Durchmeſſer nur 10mal vergrößert, ſo werde das Theilchen in den 1000fachen Raum ausgedehnt, alſo 1000mal leichter. Er hält aber das Daſeyn der Bläschen nicht für ganz erwieſen, zumal, da das Eindringen der Luft ſelbſt in ſolche hohle Körperchen die ganze Wirkung wieder vereiteln würde; er nimmt daher eine ſchon von Carteſius angenommene umdrehende Bewegung der Waſſertheilchen zu Hülfe, und ſchließt endlich doch: das Feuer allein könne nicht die Urſache des Aufſteigens der Dünſte bis in die Region der Wolken ſeyn. Es komme daher die Elektricität zu Hülfe.

Auch Deſaguliers [x]) erklärt das Aufſteigen der Dünſte durch die Elektricität. Wenn kleine Körper von dieſer umgeben wären, ſo würden ſie von der ebenfalls elektriſchen Luft angezogen; ſo ſey das Feuer (ignis mas) die erſte Urſache des Herausgehens, und die Elektricität (ignis femina) die Urſache des fernern Aufſteigens der Dünſte, wozu er noch das unterirdiſche Feuer, die Gährungen im Innern der Erde, die Winde u. ſ. hinzuſetzt.

Bouillet [y]) iſt der Meynung, die Luft, welche über die Oberfläche des Waſſers hinwegrolle, nehme in ihre Zwiſchenräume Waſſertheilchen mit ſich fort, wel-

x) Philoſ. Tranſ. n. 407. und Courſe of exper. philoſ. T. II. lect. 10.

y) Hiſtoire de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. au. 1742.

welche ungeachtet ihres größern ſpecifiſchen Gewichts nicht ſogleich wieder herabfallen könnten.

Indeſſen hatte ſchon Wallerius Ericſon [z]) durch verſchiedene Verſuche gezeigt, daß auch das Waſſer im luftleeren Raume ausdunſte. Er füllte ein Parallelepipedum, welches von verzinntem eiſernen Bleche gemacht war, zur Hälfte mit reinem Regenwaſſer, das 6 Unzen und 483 Aß wog; dieſes ſetzte er den 5ten Oct. um 5 Uhr Nachmitt. im Jahr 1737 unter eine große gläſerne Glocke auf einem kleinen Tiſch über den Teller der Pumpe.. Hierauf pumpte er die Luft aus und fand am folgenden Morgen um 7 Uhr, daß das Waſſer 11 Aß von ſeinem Gewichte verloren hatte. Hiernächſt ſchloß er dieſes Waſſer wieder, wie zuvor, in den luftleeren Raum. Nun ließ er Feuer in den Ofen machen, neben welchem die Luftpumpe ſtand; dadurch wurde zuwege gebracht, daß um 9 Uhr früh ſich auswendig auf dem Parallelepipedo Waſſertropfen, gleich einem Schweiße, in eben ſolcher Höhe anſetzten, als das Waſſer von innen zu hoch war. Gegen 10 Uhr ließ er Luft hinzu, und wog das Waſſer nebſt dem Schweiße, da ſich ſolches 6 Aß ſchwerer befand, als beym Anfange des Verſuchs. Als aber der Schweiß abgewiſcht war, fand er das Waſſer im Gefäße 6 Aß leichter, als beym Anfange des Verſuchs, ſo daß der abgetrocknete Schweiß 12 Aß gewogen. Daher hatte das Waſſer im Gefäße während dieſer Zeit 6 Aß verlohren; die andern 6 Aß aber waren aus dem feuchten Leder, worauf die Glocke ſtand, ausgedunſtet, und hatten ſich im Aufſteigen auswendig an dem Gefäße angeſetzt.

Aus

z) Abhandl. der ſchwed. Akad. der Wiſſenſchaft. B. II. d. deutſch. Ueberſ. S. 27. f.

Aus dieſen und andern Verſuchen ſchließt Wallerius, daß die Dünſte nicht wegen ihrer Leichtigkeit in Anſehung der nächſten Luft nach den hydroſtatiſchen Geſetzen ſich von dem Waſſer abſondern und in die Höhe ſteigen, wie verſchiedene glauben; denn es könne niemand ohne Ungereimtheit bejahen, daß die Dünſte ſtets leichter wären, als der luftleere Raum, und wenn dieſes auch wäre, ſo müßten ſolche unendlich weit über unſern Luftkreis aufſteigen, und niemals fallen. Hieraus folge, daß die Dünſte nicht kleine, aus wäſſerigten und feurigen Theilchen zuſammengeſetzte Körper, und wegen der großen Feinheit und Leichtigkeit des Feuers weit leichter als die nächſte Luft wären, in welche ſie doch nach den Geſetzen der Hydroſtatik aufſteigen müßten. Uns ſey bekannt, daß das Waſſer 850mal ſchwerer ſey als die Luft, daher, wenn dieſe Meynung ihre Richtigkeit haben ſollte, wenigſtens 1000mal mehr Feuer oder Wärme als Waſſer zu jedem Dunſte erfordert würde. Man müßte demnach auf einem hohen Berge, welcher mit Nebel oder Wolken bedeckt ſey, einen nicht geringen Grad der Wärme merken können, welches doch der Erfahrung ganz entgegen wäre.

Auch glaubt Wallerius hieraus ſchließen zu dürfen, daß die Dünſte nicht Blaſen von einem wäſſerigen Häutchen ſind, und aus einer eingeſchloſſenen dünnen Luft beſtehen, welche ihrer Leichtigkeit halber ſich von dem Waſſer abſondern, und in die Atmoſphäre aufſteigen. Denn aus dieſer Meynung müßte nothwendig folgen, daß in einem luftleeren Raume keine Dünſte aufſteigen könnten. Ueberdem müßte die das Häutchen umgebende Luft wegen ihrer ſtärkern Elaſticität die Blaſe zuſammen drucken und zerſprengen.

gen. Es werde daher eine ganz andere Urſache oder wirkende Kraft zur erſten Aufſteigung der Dünſte, eine andere aber zu deren fernern Erhöhung und Schwebung in der Luft erfordert; die erſtere werde eben ſowohl in einem luftleeren Raume zuwege gebracht, die letztere aber erfordere die Mitwirkung der Luft. Was aber dieſe beyden Kräfte für eine Beſchaffenheit beſitzen mögen, und wie die Luft zu einer ſtärkern Ausdünſtung diene, könne er aus ſeinem Verſuche jetzt nicht erklären.

Im Jahr 1743 ſetzte die Akademie der Wiſſenſchaften zu Bourdeaux einen Preis auf die Erklärung des Aufſteigens der Dünſte, welchen Kratzenſtein [a]) und Hamberger [b]) erhielten. Erſterer ſuchte die Dünſte aus dem Syſtem der Bläschen zu erklären. Er verglich den Durchmeſſer derſelben mit der Dicke eines Haars, und ſetzte ihn auf $\frac{1}{3600}$ eines Zolles. Was die Dicke des ſie umkleidenden Waſſerhäutchens betrifft, ſo nimmt Kratzenſtein an, die blaſenförmigen Dünſte zeigten im verfinſterten Zimmer, durch einen Sonnenſtrahl erleuchtet, ſo lange einerley Farbe, als ihr Waſſerhäutchen einerley Dicke behielte; ſie änderten aber die Farbe, ſobald die Luft oder das in ihnen enthaltene elaſtiſche Fluidum die Dicke dieſes Häutchens ändere. Da nun Newton durch Verſuche mit Seifenblaſen die Dicke des Waſſerhäutchens beſtimmt hatte, welche zur Hervorbringung jeder Reihe von Farben nöthig iſt, ſo wendet Kratzenſtein dieſe Beſtimmungen auf die Farben des durch ſol-

a) Abhandl. vom Aufſteigen der Dünſte und Dämpfe. Halle 1744. 8.

b) Diſſ. ſur la cauſe de l'élevation des vapeurs. Bourd. 1743. 4.

ſolche Dunſtbläschen gehenden Sonnenlichts an, und ſchließt daraus, die Dicke des Waſſerhäutchens der Dunſtbläschen im natürlichen Zuſtande der Luft ſey $\frac{1}{50000}$ eines engl. Zolles. Nun müßte ein Dunſtbläschen, welches gerade in der Luft ſchweben ſollte, wenn auch der eingeſchloſſene Raum völlig leer wäre, bey $\frac{1}{50000}$ Zoll Dicke des Waſſerhäutchens wenigſtens $\frac{1}{10}$ Zoll Durchmeſſer haben. Hätte es einen kleinern Durchmeſſer, ſo würde es zu Boden ſinken, oder ſpeciſiſch ſchwerer, als die Luft, ſeyn. Da nun Kratzenſtein den Durchmeſſer der Bläschen $\frac{1}{3000}$ Par. Zoll, und alſo weit kleiner als $\frac{1}{10}$ engl. Zoll gefunden hat, ſo ſchließt er daraus, daß die Bläschen weit ſchwerer als die Luft ſeyen, und daß folglich die Urſache ihres Aufſteigens nicht in ihrer Leichtigkeit liegen könne. Er nimmt daher, um ihr Aufſteigen zu erklären, ſeine Zuflucht theils zur Zähigkeit und dem Aufſteigen der Luft ſelbſt, theils zu einer Art von Auflöſung, welche mit der chemiſchen nichts gemein hat, und von der man ſich keinen recht deutlichen Begriff machen kann.

Hamberger erklärte das Aufſteigen der Dünſte durch die Adhäſion der Theilchen an Feuer und Luft; an das Waſſertheilchen auf der Oberfläche hängt ſich nach ihm von innen das Feuer, welches ſeinen Zuſammenhang mit dem übrigen Waſſer trennt, und von auſſen die Luft. Da aber die Luft ſtärker darauf wirkt, als das Feuer, ſo nimmt dieſe es an ſich, und ſo wird es aus einer Luftſchicht in die andere erhoben. In ſeinen 1750 neu herausgekommenen Elementis phyſices aber hat Hamberger die Ausdünſtung gänzlich durch eine Auflöſung des Waſſers in der Luft erklärt, und von derſelben eben ſo, wie von allen andern che-

miſchen Auflöſungen, Rechenſchaft abzulegen geſucht. (S. Th. IV. S. 194.)

Wallerius hat aber dieſen wichtigen Gegenſtand in einigen nachfolgenden Abhandlungen, welche im 8ten, 9ten und 10ten Bande der Abhandl. der ſchwed. Akad. der Wiſſenſch. befindlich ſind, noch viel weiter verfolgt, und aus ſeinen Erfahrungen folgende Gedanken über die Beſchaffenheit der Dünſte und die Urſachen ihres Aufſteigens abgeleitet:

Erſtlich bemerken wir, daß die Dünſte, die aus dem Waſſer aufſteigen, ſo lange ſie warm ſind, eine ſtarke Elaſticität oder ausdehnende Kraft beſitzen. Außer den Waſſerdünſten haben auch anderer Körper Ausdünſtungen dieſe ausdehnende Kraft. Außer andern Beyſpielen führt er auch den 87ten Verſuch von Hales Statik der Gewächſe an, nach welchem dieſer aus Aepfeln, welche in einem luftleeren Gefäße eingeſchloſſen geweſen, ſo viel ausdehnendes und flüſſiges Weſen erhalten habe, daß es einen 48mal größern Raum einnahm, als die Aepfel ſelbſt. Indeſſen, ſagt er, gebe es auch andere Dünſte, welche keine ausdehnende Kraft zeigten, und man habe noch nicht erforſchen können, warum manche Dünſte elaſtiſch ſind, manche nicht; vielleicht, meint er, erforderten einige Materien mehr, andere weniger Wärme, um dieſe merkwürdige Wirkung hervorzubringen.

Hier falle aber eine ſchwere und wichtige Frage vor: ob ſich die Dünſte, weil ſie ſo viel elaſtiſche Kraft beſitzen, in Luft verwandeln, oder ob die elaſtiſche Luft nichts anders ſey, als eine Sammlung von Dämpfen und Dünſten? Obgleich, ſagt er, Verſchiedene dieſe Frage bejahen, ſo gebe es doch Urſachen, warum man ſie verneinen müſſe: 1. ſey die ausdeh-

nende Kraft der Luft beſtändig, und gehe durch langwieriges und ſtarkes Zuſammenpreſſen nicht verloren; 2. ſey die wahre Luft höchſt nöthig zum Athemholen für Thiere und Menſchen; Dünſte und Dämpfe aber wären für die Thiere ein gewiſſes Gift; 3. in Dünſten und Dämpfen pflegten alle Feuerflammen zu verlöſchen, die ſich doch in der wahren Luft erhielten; 4. weil man aus einem Apfel ein elaſtiſches Weſen erhalte, das 48mal mehr Raum einnehme, als der Apfel ſelbſt, ſo müſſe es im Apfel 48mal dichter zuſammengepreßt ſeyn; die Luft drucke das Queckſilber in der Barometerröhre auf $31\frac{1}{2}$ Zoll, alſo müßte 48mal dichtere Luft das Queckſilber auf $48 \cdot 31\frac{1}{2} = 1512$ Zoll oder $151\frac{1}{5}$ Fuß erhalten; dieſer Gewalt vermöge das zarte und dünne Weſen des Apfels nicht zu widerſtehen. Alſo habe es mit der wahren Luft eine ganz andere Beſchaffenheit, als mit den elaſtiſchen Dünſten des Apfels; 5. wüßten wir auch, daß die Luft einerley bleibe, wenn ſie gleich durch Regen gereinigt werde, da ſie doch dadurch geändert werden müßte, wenn ſie nichts anders als Dünſte wäre. Hieraus und aus vielen andern Urſachen erhelle, daß zwiſchen der elaſtiſchen Luft und dem elaſtiſchen flüſſigen Weſen, das von Dünſten und Dämpfen entſteht, ein Unterſchied ſtatt finde.

Wallerius hatte nun behauptet, daß es eine andere Urſache beym erſten Aufſteigen der Dünſte geben müſſe, und noch eine andere, ſie in der Luft noch weiter zu erheben und zu erhalten. Was die erſte Urſache betrifft, welche auch im luftleeren Raume ſtatt finden müſſe, ſo ſucht er dieſe auf folgende Art auszumitteln:

Es iſt ſehr wahrſcheinlich, ſagt er, daß, wenn flüſſige oder andere Körper von der Wärme, von der Gährung oder einer andern Urſache in eine Bewegung gebracht worden, ihre kleinen Theilchen, die vorhin vermittelſt der anziehenden Kraft zuſammenhiengen, nur außer der Wirkſamkeit ihres gegenſeitigen Anziehens gebracht werden, und daß ſie ſolchergeſtalt die zurücktreibende Kraft als Dünſte ausbreitet und herumtreibt. Es ſey bekannt, daß ſowohl feſte als flüſſige Dinge eine anziehende Kraft beſitzen, womit derſelben Theilchen zuſammenhängen, ſo gering auch die zuſammenziehende Kraft, beſonders bey flüſſigen Dingen, ſeyn möge. Daher ließen ſich auch derſelben Theile nicht von einander trennen, als nur durch eine entgegengeſetzte Kraft von hinreichender Stärke. Ferner ſey bekannt, daß Feuer und Wärme die Körper aufs heftigſte und ſtärkſte in innerliche Bewegung brächten, und daß das Waſſer und andere Körper bey ſtärkerer Wärme ſtärker ausdunſteten. Gleichfalls wiſſe man, daß Aufwallen oder Gährung eine innere Bewegung verurſache, und dabey eine große Menge Dünſte erhebe. Wenn alſo Theilchen vom Waſſer oder von andern Körpern von der erwähnten oder andern Urſachen außer der Sphäre ihres Anziehens gebracht würden, ſo könne die zurücktreibende Kraft ſie bis auf eine gewiſſe Entfernung erheben und ausbreiten, da ſie alsdenn den Nahmen und die Geſtalt der Dünſte erhielten. Selbſt die elaſtiſche Kraft der Dünſte habe hiebey zu thun; ſie könne aber von keiner andern Urſache herrühren, als von der Wirkung der zurücktreibenden Kraft, die ſich im luftleeren Raume beſſer zeige, als in der Luft ſelbſt, welcher Umſtand zu Beſtimmung der Urſachen des Ausdünſtens allerdings nöthig ſey.

Gegen dieſen Satz ſcheine zwar zu ſtreiten, daß das Waſſer bey ſeiner Verwandlung in Eis ſtärker ausdunſte, als das Eis ſelbſt; allein hierdurch leide die vorhin beſtätigte Meynung nicht.

Ob nun aber gleich die Dünſte durch die zurücktreibende Kraft aufzuſteigen anfiengen, ſo könne doch dieſe Urſache weder ihr weiteres Aufſteigen, noch ihr Hin- und Herſchwimmen in der Luft erklären. Die zurücktreibende Kraft wirke, wie alle andere einzelne Kräfte, nur nach einer einzigen Richtung, entweder aufwärts oder nach den Seiten, nicht aufwärts und nach den Seiten zugleich. Nun zeige aber die tägliche Erfahrung, daß die Dünſte nicht nur in der Luft aufſteigen, ſondern auch darin hin und her ſchwimmen, alſo könne dieſe Kraft nicht die Urſache ſeyn, wovon die letztere Bewegung der Dünſte herrührte. Außerdem ſey bekannt, daß die zurücktreibende Kraft in einem luftleeren Raume wirke, wo zwar die Dünſte aufſtiegen, doch, wenn keine Luft zugelaſſen werde, ſogleich wieder fielen. Mithin ſey augenſcheinlich, daß die zurücktreibende Kraft die Dünſte weiter aufzuſteigen und in der Luft hin und her zu ſchwimmen nicht veranlaſſen könne.

Man halte alſo dafür, daß die Dünſte, für ſich betrachtet, unter gleichem Raume weniger Gewicht hätten, als die darin befindliche Luft, und alſo nach Maasgabe des hydroſtatiſchen Geſetzes zu derjenigen Höhe ſtiegen, wo ſie mit der Luft gleich ſchwer würden, da ſie dann, ſo lange dieſes Gleichgewicht daure, da verblieben, und vor- und rückwärts nach der Richtung des Windes getrieben würden. Da nun nach Wallerius Meynung die Dünſte weder aus des Feuers noch aus des Waſſers Materie zuſammengeſetzt,

auch

auch nicht Bläschen von einer Waſſerhaut wären, ſo frage es ſich, wo ihre erwieſene Leichtigkeit in Vergleichung mit der Luft herrühre? Hier geſteht Wallerius, daß er nichts Zuverläſſiges anzugeben im Stande ſey; er bemerkt nur noch, daß einerley Wärmegrad die Dünſte mehr ausdehne, als die Luft. Denn da das Waſſer 850mal ſchwerer als die Luft ſey, und die Wärme des ſiedenden Waſſers, von der die Luft nur zum dritten Theile ausgedehnt werde, das Waſſer 14000mal weiter ausbreite, ſo müßten die Dünſte, die auf dieſe Art entſtünden, 16½mal dünner und leichter als die Luft ſeyn, wodurch ein flüſſiges Weſen entſtehe, das nach den hydroſtatiſchen Geſetzen in die Luft aufſteigen müſſe.

Le Roi [c]) bemerkt, daß alle bisherige Theorien über die Ausdünſtungen nicht befriedigend wären, außer derjenigen, nach welcher die Ausdünſtung als eine wahre Auflöſung des Waſſers in Luft angeſehen werde. Indeſſen gebe es ſehr wenige Naturforſcher, die ſie vertheidigt hätten, und überdem wäre ſie bey weitem noch nicht ſo vollſtändig entwickelt worden, als ſie es verdiene. Er ſucht ſie daher etwas weitläuftiger aus einander zu ſetzen. Da die Auflöſungs-Theorie ſo vielen Beyfall gefunden hat, und ſelbſt noch jetzt von einigen Naturforſchern vertheidigt wird, ſo halte ich es für nöthig, ſie hier nach le Roi's Gedanken umſtändlich zu erzählen. Seine Sätze ſind folgende:

1. Das

c) Mém. ſur l'élévation et la ſuſpenſion de l'eau dans l'air in den Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1751.

1. Das Waſſer wird in der Luft wirklich aufgelößt. Man werfe an einem heitern Sommertage etwas Eis in ein recht trockenes Glas. Das Glas wird davon bald trübe gemacht, und an ſeinen äußern Wänden zeigt ſich eine unzählbare Menge kleiner Waſſertröpfchen. Das Waſſer, welches ſich in ſo großer Menge an die äußern Glaswände legt, mußte doch vorher in der Luft ſchweben, und da es die Heiterkeit und Durchſichtigkeit derſelben nicht minderte, mußte es in ihr vollkommen aufgelößt ſeyn.

2. Dieſe Auflöſung hat alle Eigenſchaften mit den Auflöſungen der Salze im Waſſer gemein. Luft von gegebener Wärme kann nicht mehr als eine beſtimmte Menge Waſſer in ſich aufgelößt erhalten; wird ſie kälter, ſo ſchlägt ſich ein Theil des aufgelößten Waſſers nieder, wird ſie wärmer, ſo lößt ſie mehr auf. Le Roi ſucht dieß durch mehrere Erfahrungen zu beſtätigen. Im Auguſtmonat bey heiterm Himmel verſchloß er eine helle Glasbouteille genau, welche bloß Luft von 20 Grad Wärme nach Reaumur enthielt. Dieſe Bouteille ſtellte er ins Fenſter, und einige Tage hernach bemerkte er des Morgens früh, daß das Thermometer bis auf 15 Grad herabgeſunken war; eine ſolche Kälte war ſchon hinreichend, einen Niederſchlag des in der Luft aufgelößten Waſſers in der Bouteille zu bewirken; dieſes Waſſer hatte ſich nämlich in kleinen Tröpfchen an dem obern Theile der innern Glaswand abgeſetzt. Nachdem die Luft ſo kalt geworden war, daß ſie nach dem Reaumur. Thermometer 6 Grad Wärme zeigte, ſo entſtand im untern Theile der Bouteille ein ſolcher ſtarker Nebel, daß er zu ſchließen ſich berechtigt glaubte, ein Theil des Gewichts der Luft wäre dem Waſſer zuzuſchreiben,

wel-

welches die Luft aufgelößt enthielt. Nachdem die Wärme wieder ſtark genug wurde, ſo lößte die in der Bouteille enthaltene Luft das niedergeſchlagene Waſſer abermals auf.

Ferner verſtopfte le Roi eine gläſerne Kugel, und legte ſie ſo auf eiskaltes Waſſer; nach 3 bis 4 Minuten überzog ſie ſich inwendig mit vielen Waſſertropfen, welche aber bald wieder verſchwanden, wenn die Kugel erwärmt ward. Uebrigens will le Roi durch den Ausdruck: Auflöſung der Salze im Waſſer, nur ſo viel ſagen, es gehe eine wahre chemiſche Auflöſung vor; er gebraucht das Beyſpiel der Salze bloß, die Sache mehr ſinnlich zu machen, weil damals die Naturforſcher noch nicht ſo, wie jetzt, an die Sprache der Chemie gewöhnt waren.

3. Hierauf ſucht le Roi die Umſtände zu beſtimmen, unter welchen die Luft mehr oder weniger Waſſer auflöſe. Es giebt zwey Haupturſachen, der Wind und die Wärme, welche machen, daß die atmoſphäriſche Luft nicht zu jeder Zeit eine gleiche Menge Waſſer im aufgelößten Zuſtande enthält. Es müſſe, ſagt er, für jeden Zuſtand der Luft eine gewiſſe Temperatur geben, bey welcher ſie anfangen würde, einen Theil des in ihr aufgelößten Waſſers fallen zu laſſen. Dieſe Temperatur nennt er den Grad der Sättigung der Luft. Wäre z. B. dieſer Grad der Sättigung für einen gewiſſen Tag der zehnte Grad des Reaumuriſchen Thermometers, ſo würde die Luft über dieſen Grad erwärmt immer noch mehr Waſſer auflöſen; gerade auf dieſen Grad erkältet, zwar keines mehr auflöſen, aber auch noch keines niederſchlagen; unter dieſen Grad erkältet hingegen deſto mehr fahren laſſen, je mehr ſie erkältet würde. Hiernächſt giebt er verſchie-

dene Methoden an, den Grad der Sättigung zu jeder Zeit zu beſtimmen. So ſchlägt er vor, ein Gefäß mit eiskaltem Waſſer anzufüllen, damit ſich an den äußern Wänden deſſelben in der Luft aufgelößtes Waſſer merklich niederſchlage; von dieſem eiskalten Waſſer ſoll man etwas in eine große von auſſen ſehr trockene Glaskugel bringen, und in ſelbige ein Thermometer ſtellen, um den Wärmegrad des Waſſers zu beobachten; hierauf ſoll man das Waſſer um einen halben Grad erwärmen. Wenn ſich nun das in der Luft aufgelößte Waſſer wiederum an der äußern Wand der Kugel niederſchlägt, ſo ſoll man von neuem die Erwärmung des Waſſers von halben Grad zu halben Grad vornehmen, bis man auf ſolche Art den Wärmegrad gefunden hat, bey welchem die Luft kein Waſſer mehr an der äußern Wand der Kugel abſetzt; dieſer Grad iſt der der Sättigung der Luft.

4. Wenn der Wind nach einerley Richtung und mit gleicher Stärke bläßt, ſo iſt nach le Roi die Menge Waſſer an verſchiedenen Tagen und in denſelben Stunden, welche die Luft im aufgelößten Zuſtande enthält, nahe der Wärme der Luft proportional. Dieſer Satz, ſagt er, werde durch die Erfahrung aufs vollkommenſte beſtätigt. Z. B. am 5ten Aug. 1750 habe er beym Thermometerſtande von 19 Grad und beym Südwinde den Sättigungsgrad der Luft 15 Grad gefunden. Am 11ten Octob. darauf, bey demſelben Winde und dem Thermometerſtande von 15½ Grad, ſey der Sättigungsgrad der Luft 11 geweſen.

5. Die Richtung des Windes und ſeine Stärke zeigen aber einen beträchtlichen Unterſchied in der Menge des Waſſers, welche die Luft aufgelößt enthält; man kann verſichert ſeyn, daß die Luft zu Montpellier, wel-

welche der Wind vom Meere herführt, die größte Menge aufgelößtes Waſſer in ſich faßt; da im Gegentheil die Luft, welche der Wind von Norden herführt, eine ſehr geringe Menge aufgelößtes Waſſer enthält.

Uebrigens ſchlägt le Roi Beobachtungen über den Grad der Sättigung in der Luft, mit andern meteorologiſchen Wahrnehmungen verglichen, als die beſten Mittel vor, die wahren Urſachen der veränderlichen Aufloͤſungskraft der Luft zu entdecken.

Wirkung eingeſchloſſener Dämpfe.

Die Dämpfe auf eine vortheilhafte Art zur Bewegung der Maſchinen zu gebrauchen hat die Phyſiker und Mathematiker ſeit der Erfindung der ſogenannten Dampfmaſchinen gar ſehr beſchäfftigt. Vorzüglich ſind die Dampfmaſchinen in den engliſchen Bergwerken häufig angelegt, wo die Feurung mit Steinkohlen geſchieht. Gleichwohl iſt dieſe Feurung koſtbar, und man verbraucht zu einer großen Feuermaſchine in Cornwallis jährlich für 3000 Pfund Sterling Kohlen. Man hat aber an dieſen Maſchinen vornehmlich zwey Fehler bemerkt. Der erſte iſt, daß das eingeſpritzte kalte Waſſer durch die große Hitze des Cylinders ſelbſt erwärmt und zum Theil in Dampf verwandelt wird; der zweyte, daß eben dieſes eingeſpritzte Waſſer, welches auf den Boden des Cylinders zurückfällt, nicht nur den Cylinder abkühlt, ſondern auch, bey der Wiedereröffnung des Regulators, den von neuem aufſteigenden Dampf ſo lange wieder verdichtet und in Waſſer verwandelt, bis alles wieder ſo heiß als dieſer Dampf ſelbſt iſt.

Dieſen Fehlern hat der berühmte James Watt durch ſeine Erfindung im Jahr 1764 zu Glasgow in Schott-

Schottland abgeholfen. Er hat durch ſeine an der Dampfmaſchine angebrachten vortheilhaften Abänderungen zugleich ihren Mechanismus ſo weſentlich von dem der bisherigen Art der Dampfmaſchinen verſchieden gemacht, daß die ſeinige eine eigene Gattung ausmacht, wenn gleich in Anſehung der Steurung dabey ziemliche Aehnlichkeit mit den ältern Dampfmaſchinen zu ſeyn ſcheint. Die Wattſche Maſchine beruht auf ganz andern Grundſätzen, als die Newcomenſche; ihre bewegende Kraft iſt nicht der Druck der Luft auf den Kolben des Cylinders, die dabey vielmehr ganz ausgeſchloſſen iſt, ſondern ganz allein die Elaſticität der Waſſerdämpfe, die auch nicht im Cylinder, ſondern außerhalb demſelben durch Abkühlung vernichtet werden.

Die Vortheile, welche dieſe Art der Maſchinen vor den gewöhnlichen gewährt, ſind in Anſehung der Feurung beträchtlich groß. Man rechnet, daß ſie bey gleicher Wirkung $\frac{2}{3}$, ja ſogar $\frac{3}{4}$ des Brennmaterials erſparen.

Eine Nachricht von der Geſchichte der Erfindung und eine kurze Beſchreibung derſelben wurde zuerſt im Göttingiſchen Magazin der Wiſſenſchaften und Literatur von Lichtenberg und Forſter im 3ten Jahrg. St. 2. Götting. 1782. S. 218. bekannt gemacht, unter dem Titel: Nachricht von der durch James Watt erfundenen Verbeſſerung der Feuermaſchine. Aus dem Engl. der Mineralogia Cornubienſis des Wm. Pryce, von Kirchhof.

Dieſer Nachricht zu Folge erhielt Watt über die von ihm erfundene Dampfmaſchine im Jahr 1768 ein königl. Patent, um ſie zu ſeinem Nutzen allein verfertigen zu können. Im Jahr 1774 trat er zu Birming-

mingham mit Boulton in Geſellſchaft, und erbauete mit ihm eine Maſchine zu Soho bey Birmingham. Er erhielt 1775 eine Verlängerung ſeines Privilegiums, und treibt ſeit dieſer Zeit mit Boulton das Geſchäft in Geſellſchaft. Beyde haben ſeitdem mehrere Dampfmaſchinen in England zu Stande gebracht, nicht nur um Grubenwaſſer aus Schächten zu heben, ſondern auch, um dadurch andere Maſchinen in Bewegung zu bringen.

Bey der erſten Einrichtung der Dampfmaſchinen hatte Watt vorzüglich dafür geſorgt, daß der Cylinder in einer ſteten gleichförmigen Hitze erhalten werde. Zu dem Ende machte er die Einrichtung ſo, daß nicht nur gar kein kaltes Waſſer in denſelben hineingeſpritzt wird, ſondern er ſchützt ihn auch gegen die Luft und alle andere Kälte durch ein Behältniß, das ihn umgiebt, und das beſtändig mit dem heißen Dampfe angefüllt iſt. Ueberdem wird ſein Cylinder noch mit einer Subſtanz bekleidet, welche die Hitze langſam durchläßt. Ferner macht er ein ſo vollkommenes Vacuum, daß es beynahe dem im Barometer gleich kommt, und zwar dadurch, daß er den Dampf in einem beſondern Gefäße verdickt, welches er den Condenſator nennt, und das er nach Gefallen abkühlen kann, ohne den Cylinder zu erkälten; indem er es in kaltes Waſſer ſtellt, und noch überdem kaltes Waſſer hineinſpritzt.

Dieſes eingeſpritzte Waſſer, und die daraus abgeſonderte Luft, zieht er durch Pumpen, welche die Maſchine ſelber treibt, aus dem Cylinder oder Condenſator wieder heraus, und die etwa nachgebliebene bläßt er durch den Dampf vollends heraus.

Weil die zwiſchen dem Cylinder und dem Stempel eindringende Luft die Wirkung der Maſchine verhindern würde, ſo läßt man bey den bisher gewöhnlichen Feuermaſchinen etwas Waſſer auf den Stempel fließen, damit der Zugang der Luft verſchloſſen werde; indem es nicht zu erwarten iſt, daß ſolche ungeheuer große Stempel, als die Feuermaſchinen haben, im Auf- und Niedergange völlig luftdicht ſeyn können. Ob nun gleich dieſe Art, den Stempel zu ſichern, bey den gewöhnlichen Maſchinen keinen Schaden anrichtet, ſo wäre ſie doch den neuern Maſchinen äußerſt nachtheilig. Aus der Urſache iſt ihr Stempel viel accurater gemacht, damit der Dampf, der aus dem äußern mit einem Deckel verſehenen Cylinder auf den Stempel des innern Cylinders drückt, mittelſt ſeiner ausdehnenden Kraft eben dieſelbe Wirkung hervorbringen könne, als in den andern Maſchinen der Druck der Atmoſphäre; ſobald nämlich ein Vacuum unter ihm zuwege gebracht iſt. Dieſe Art zu arbeiten ſchließt die Luft gänzlich vom innern Cylinder aus, und giebt der Kraft durch die vermehrte Elaſticität des Dampfes einen vortheilhaften Zuwachs.

Der Cylinder, der große bewegliche Baum, die Pumpen u. ſ. w. ſtehen an ihrer gewöhnlichen Stelle. Der Cylinder iſt, im Verhältniß gegen ſeine Wirkung, ſchmäler als gewöhnlich, und ſehr accurat gebohrt. In den vollkommenſten Maſchinen iſt er in einer kleinen Entfernung von einem zweyten Cylinder eingeſchloſſen, der unten einen Boden, und oben einen Deckel hat. Aus dieſem Zwiſchenraume geht unten im Boden eine weite an beyden Enden offene Röhre in den Keſſel hinein, wodurch derſelbe ſtets mit Dampf angefüllt iſt, und dadurch den innern Cylinder mit dem

Dampfe ſtets in einer gleichförmigen Erhitzung erhält, folglich keine Verdickung des Dampfes in demſelben möglich iſt, welche daſelbſt ſchädlicher als in dem äußern Cylinder ſeyn würde.

Der innere Cylinder hat einen Boden und einen beweglichen Stempel wie gewöhnlich; weil er aber nicht ſo hoch iſt wie der äußere, der ihn umgiebt, und dieſer letzte mit einem Deckel geſchloſſen iſt, ſo kann der Dampf aus dieſem Zwiſchenraume oben in den innern Cylinder auf den Stempel deſſelben einfließen.

Der Deckel des äußern Cylinders hat in der Mitte ein Loch, worin die Stempelſtange, die vollkommen rund und ſehr genau gearbeitet iſt, auf und nieder geht, und dieſes Loch iſt, damit es völlig dampfdicht ſey, noch überdem mit einer darauf angeſchrobenen Einfaſſung von Werg umgeben.

Unten im Boden des innern Cylinders ſind zwey bewegliche Schieber angebracht, wovon der eine den Dampf aus dem Zwiſcheuraume in den innern Cylinder unter dem Stempel deſſelben hineingehen laſſen, oder ihn auch abſchließen kann. Der andere Schieber öfnet oder verſchließt die Mündung einer Röhre, die zum Condenſator führt. Der Condenſator beſteht aus einer oder mehreren Pumpen mit Schuh und Klappen, die von dem großen Waagbaum der Maſchine mittelſt Ketten bearbeitet werden. Unten in dem Boden dieſer Pumpen iſt die Röhre, die vom Cylinder kommt, befeſtigt, und der ganze Condenſator ſteht in einer Ciſterne kalten Waſſers, welche durch die Maſchine gefüllt wird.

Geſetzt nun, die Luft ſey aus dem Condenſator herausgeblaſen, und beyde Cylinder wären mit Dampf ange-

angefüllt; ſo wird der Schieber, der den Dampf unten in den innern Cylinder hineingehen läßt, geſchloſſen, der andere aber, der zum Condenſator führt, geöfnet, und der Dampf ſtrömt nun mit großer Heftigkeit in den luftleeren Raum des Condenſators hinein. Darin berührt er aber die kalten Seiten der Röhre und der Pumpen, und begegnet einer Einſpritzung von kaltem Waſſer, die mit dem Ausleerungsſchieber zugleich geöfnet wird. Hierdurch wird ihm den Augenblick ſeine Hitze beraubt, und er in Waſſer verwandelt. Der etwa noch übrige Dampf aber zieht, weil ein völliges Vacuum im Condenſator bleibt, nach, und wird ebenfalls verdickt; ſo daß der innere Cylinder vollkommen ausgeleert wird. Nun hat der Dampf, der ſich im äußern Cylinder befindet, keinen Widerſtand mehr von dem untern Dampfe des innern Cylinders gegen ſich, ſondern druckt mit ſeiner ganzen Elaſticität oben auf den Stempel. Dadurch wird derſelbe bis zum Boden des innern Cylinders herunter gepreßt, und an dem andern Ende des Baums das Waſſer mittelſt der Pumpen gehoben. Jetzt wird der Ausleerungsſchieber geſchloſſen und der Dampfſchieber wieder geöfnet. Dieſer läßt den Dampf abermals unter dem Stempel hineingehen, welcher demnach durch das Uebergewicht der Pumpenſtangen in die Höhe gezogen wird, und ſo iſt die Maſchine wiederum zum zweyten Stoße fertig.

Nach der Zeit aber hat Watt noch größere Verbeſſerungen an der Maſchine vorgenommen, und ſehr weſentliche und vortheilhafte Abänderungen daran angebracht, welche in der Folge angeführt werden ſollen.

Thieriſche Wärme.

Die Meynungen der Phyſiologen und der Phyſiker über die thieriſche Wärme ſind von jeher verſchieden geweſen. Sie haben ſich vorzüglich in zwey Hauptpartheyen getheilt, wovon die eine dieſelbe aus chemiſchen, die andere aus mechaniſchen Principien ableitete. So glaubt Cromwell Mortimer [d]), es werde durch Gährung Luft aus dem Blute entwickelt, welche das Feuer in Bewegung ſetze. Hamberger [e]) ſuchte die Wärme des Bluts in der Auflöſung ſeiner ſchwefelartigen Theilchen durch die laugenartigen, und bringt ſie in Verbindung mit den Wärmeerzeugungen im Taubenmiſt, feuchten Heu, in Lumpen u. ſ. w. Noch andere glauben, daß die Wärme des thieriſchen Körpers ſich aus dem Verdauungsproceß der Nahrungsmittel, nebſt den übrigen Miſchungsveränderungen der Säfte beym Kreislaufe und den Abſonderungen, entwickle. Dieſe Meynung hat beſonders Stevenſon [f]) vertheidigt. Er ſagt: es giebt überhaupt zwey Naturoperationen, bey welchen ſich Wärme entwickelt, nämlich bey der Gährung und bey der Fäulniß; dieſe beyden Operationen vergleicht er mit dem, was im thieriſchen Körper vorgeht, und ſchließt daraus, daß die thieriſche Wärme die Wirkung einer Art Fäulniß ſey.

Aus

d) Philoſ. Tranſ. num. 467. überſ. im Hamb. Magazin B. I. S. 291 — 300.

e) Phyſiologia medica. Jenae 1751. 4. p. 24.

f) Eſſais et obſervations de medicine de la ſocieté d'Edimbourg, ouvrage trad. de l'Anglois. T. VI. art. 77.

Aus mechaniſchen Principien haben beſonders Boerhaave [g]) und Georg Martine [h]) den Urſprung der thieriſchen Wärme abgeleitet. Dieſe Meynung ſuchte man aus folgenden Gründen darzuthun: die Bewegung erzeuge ſtets mehr Wärme, und bleibe im ſtrengſten Froſte das einzige Mittel, dem Tode zu entgehen; der ſchnellere Pulsſchlag ſey allemal mit mehr Wärme begleitet; die Wärme nehme durch mehrere Feſtigkeit und Dichtigkeit der Gefäße zu, z. B. bey Erwachſenen ſey ſie größer, als bey Kindern; Alter und Krankheiten, welche den Pulsſchlag verminderten, erregten auch ſtets Kälte; in erſtarrten Körpern komme die Wärme ſogleich wieder, wenn durch irgend einen Reiz die Bewegung des Herzens und der Kreislauf des Bluts wieder verſtärkt werde u. ſ. w. Hieraus ſchloß man, die Wärme verhalte ſich direct, wie die Geſchwindigkeit des Bluts, und umgekehrt, wie der Durchmeſſer der Gefäße. Hierdurch ward erklärt, warum die Wärme in den verſchiedenen Theilen des Körpers faſt einerley ſey, weil in den größern Gefäßen größere Geſchwindigkeit mit weniger Reibung, in den kleinern hingegen geringere Geſchwindigkeit mit mehr Reibung verbunden ſey; imgleichen, warum kleine Thiere eben ſo warm ſind, als große, weil ſich die gleich großen Blutkügelchen in den engen Gefäßen der kleinern Thiere ſtärker reiben müßten u. ſ. w. Dieſe Meynung widerlegt aber ſchon Stevenſon aus Beobachtungen der Aerzte, welche beweiſen, daß die Wärme keinesweges dem Verhältniſſe der Pulsgeſchwindigkeit folge; denn es giebt Krankheiten, wobey der Puls außerordentlich ge-

g) Inſtitut. rei medicae.

h) De animalibus ſimilibus et animalium calore libri II. Lond. 1740. 8.

geſchwind geht, und gleichwohl die Wärme ſehr gering iſt, da im Gegentheil bey andern Krankheiten ein langſamer Pulsſchlag mit großer Hitze verbunden iſt. Auch Hunter [i]) ſchließt aus ſeinen Verſuchen über das Erfrieren der Thiere, daß die thieriſche Wärme ihren Grund nicht in dem Kreislaufe des Bluts haben könne, weil auch ſolche Thiere der Kälte widerſtehen, in welchen kein Kreislauf ſtatt findet.

Noch andere glaubten, die thieriſche Wärme habe ihren Sitz in der Lunge. Ihre Gründe ſind dieſe: die große Lungenader erleide in ihren Ab- und Unterabtheilungen Abänderungen, welche die ausdehnende und zuſammenziehende Bewegung der Lunge in den Gefäßen verurſache, über welche die Lungenadern gelagert wären, daher müſſe das Blut getheilt, und ſeine Reibung vermehrt werden. Dieſe Meynung beſtreitet aber Stevenſon aus folgenden Gründen: 1. die Erhaltung unſers Lebens und der Wärme hange vornemlich von der Beſchaffenheit der von der Lunge eingeſogenen Luft ab; 2. ſey die Wirkung der Lungengefäße auf das Blut weder zur Hervorbringung der Circulation, nach der Wärme nothwendig, weil vermöge der Erfahrung des D. Hooke das eine und das andere ſtatt finde, wenn auch gleich die Lunge beſtändig ausgedehnt wäre; 3. ſey es unmöglich, daß ſich das Blut in der Lunge erwärme, wo es der Berührung einer weit kältern Luft ausgeſetzt ſey, als ſie ſelbſt iſt; überdem geſchehe das Athemhohlen in einer kalten Luft viel ſchneller, als in einer heißen, da es doch vielmehr vermindert werden ſollte, wenn ſich das Blut in der Lunge erwärmte. Endlich aber ſey die Wärme eines jungen Huhns

i) Philoſ. Tranſact. Vol. LXV. P. II. num. 43.

Huhns in dem Ey, und des Kindes im Mutterleibe ein unzubezweifelnder Beweis, daß die thieriſche Wärme ihren Urſprung nicht in der Lunge haben könne.

Noch andere waren der Meynung, daß die thieriſche Wärme ihren Grund in dem Reiben der feſten Theile gegen einander habe. Allein Stevenſon bemerkt dagegen: 1. daß die feſten Theile weder hart noch trocken wären; Eigenſchaften, welche nothwendig erfordert würden, wenn ſie ſich durchs Reiben erwärmen ſollten; 2. wären dieſe Theile keinesweges geſchickt, Wärme hervorzubringen; 3. das Reiben der feſten Theile könnte auch über keiner großen Fläche ſich erſtrecken, und 4. alle Fibern wären mit Feuchtigkeiten umgeben, die es hinderten, daß ſie ſich je durchs Reiben an einander erwärmen könnten.

Der ſchottländiſche Arzt Robert Douglas[k]) erklärt die thieriſche Wärme aus der Reibung der Blutkügelchen in den feinſten haarröhrenartigen Blutgefäßen, deren Weite geringer, als der Durchmeſſer der Kügelchen iſt. Dieſem Syſteme giebt er ein ſehr demonſtratives Anſehen, und ſucht beſonders daraus begreiflich zu machen, warum die Temperatur des Bluts eine unveränderliche Größe ſey, und bey großer Wärme der äußern Luft faſt gar keine, in der Kälte hingegen ſehr viel innere Wärme erzeugt werde. Nämlich durch äußere Wärme werden die feinen Gefäße ſo ſtark erweitert, daß die Blutkügelchen ohne Reibung durchgehen, alſo wenig oder gar keinen Ueberſchuß über die äußere Temperatur erzeugen; die Kälte hingegen verengert die Gefäße und vermehrt das durch

k) Eſſay concerning the generation of heat in animals. Eſſais ſur la generation de la chaleur des animaux, trad. de l'Angl. à Paris 1751. 8.

durch das Reiben in eben dem Maaße, in welchem ſie ſtrenger wird. Briſſon ſucht dieſes Syſtem zu widerlegen, und bemerkt, daß die vermeinte Verengerung der Gefäße durch die äußere Kälte eine leere Einbildung ſey, weil ſich ja die vom Reiben entſtandene Blutwärme den Gefäßen augenblicklich mittheilen, und ihren Durchmeſſer wieder erweitern müßte. Auch führt von Haller dagegen an, daß bey Fröſchen und Fiſchen die innere Wärme äußerſt gering ſey, obgleich die Mikroſkope zeigen, daß die feinen Gefäße dieſer Thiere gerade eng genug ſind, um nur ein einziges Kügelchen zu faſſen, welches noch dazu eine ovale Geſtalt annehmen muß, um durchzukommen, in welchem Falle alſo die Wärme ſehr beträchtlich seyn müßte, wenn ſie von dieſer Urſache herrührte.

John Caverhill [l]) leitet die Wärme von der Wirkung der Nerven her. Er fand durch Verletzung des Rückenmarks bey einem Caninchen den Puls geſchwächt und die Wärme beträchtlich vermindert. Noch andere, z. B. D. Cullen, nehmen in der thieriſchen Oekonomie ein eigenes Princip des Lebens an, welches die Eigenſchaft habe, in verſchiedenen Körpern bey einerley Geſchwindigkeit des Bluts eine verſchiedene Wärme hervorzubringen.

Die Meynung, daß das Blut durch die eingeathmete Luft abgekühlt werde, welche ſchon vor Stevenſon ältere Aerzte behauptet haben, iſt von dem Herrn von Haller widerlegt worden; dieſer nimmt an, es komme Luft zur Miſchung des Bluts, und beym

l) Experiments on the cauſe of heat in living animals and the velocity of the nervous fluid. Lond. 1770. 8.

beym Ausathmen werden flüchtige, ſalzige, faule Ausdünſtungen, auch Phlogiſton ausgeführt. Den Gedanken, daß die Wärme des Bluts durchs Athmen entſtehe, haben nach Stahl außer andern Aerzten vorzüglich auch Boerhaave, Hales und Arbuthnot gehabt, welche glaubten, das Blut werde in den Lungen durch das Athmen verdichtet und erwärmt. Der Graf von Buffon nimmt die Lungen für das Gebläſe an, das zur Belebung des Lebensfeuers diene.

Drittes Kapitel.

Beobachtungen und Entdeckungen in der Lehre von den Gasarten.

Man hatte zwar bisher auf mancherley Art wahrgenommen, daß verſchiedene Körper unter gewiſſen Umſtänden elaſtiſche Flüſſigkeiten aus ſich entwickeln, und daß bey andern Umſtänden die atmoſphäriſche Luft einen beträchtlichen Theil ihrer Elaſticität verliere; allein man hatte noch keine richtige Vorſtellung von der Menge der ſich entwickelten und der eingeſogenen elaſtiſchen Flüſſigkeit. Erſt Hales war hierauf aufmerkſam. Johann Bernoulli hatte bereits ein Mittel angegeben, die bey aufbrauſenden Auflöſungen ſich entwickelnden luftförmigen Flüſſigkeiten aufzufangen (Th. III. S. 261.). Hales gieng aber viel weiter, er gebrauchte zu ſeinen Verſuchen Gefäße mit Waſſer, in welchen mit Waſſer gefüllte gläſerne Glocken umgeſtürzt waren, und leitete die aus den Körpern entwickelte Luft unter dieſe Glocken, in wel-

welchen ſie ihrer ſpecifiſchen Leichtigkeit wegen in den obern Theil aufſtieg, und ſich über das Waſſer ſetzte.

Hales m) hat eine große Menge Verſuche angeſtellt, welche faſt alle Stoffe in der Natur begreifen. Er hat über den Erfolg der Verbrennung, Gährung, der Verbindungen u. a. m. Unterſuchungen angeſtellt. Einige ſeiner Verſuche ſind in folgender Tafel enthalten:

Verſuche durchs Deſtilliren.

Mit Gewächſen.

Ein Cubikzoll oder 270 Gran Eichenholz	256	Cubikzoll
Ein Cubikzoll, oder 398 Gran Erbſen	396	—
142 Gran trockener Tobak - -	153	—
Ein Cubikzoll Anisöl - - -	22	—
Ein Cubikzoll Olivenöl - -	80	—
Ein Cubikzoll Weinſtein - -	504	—
Ein Cubikzoll, oder 270 Gran Ambra	270	—

Mit thieriſchen Stoffen.

Ein Cubikzoll bis zur Trockniß deſtillirtes Schweinsblut - -	33	—
Etwas weniger als ein Cubikzoll Unſchlitt	18	—
Ein Cubikzoll, oder 482 Gran Dammhirſchhornſpitzen - - -	234	—
Ein Cubikzoll, oder 532 Gran Auſterſchaalen - - - - -	324	—
Ein Cubikzoll Honig - -	144	—
Ein Cubikzoll, oder 253 Gran gelb. Wachs - - - -	54	—
Ein menſchlicher Blaſenſtein, ¾ Cubikzoll groß, 230 Gran ſchwer -	516	—

Mit

m) Vegetable Statiks. Lond. 1727. 8. Statique de Vegetaux trad. de l'Angl. par Mſr. *Buffon*. deutſch Hales Statik der Gewächſe. Halle 1747. 4.

Mit Mineralien.

Ein Cubikzoll, oder 316 Gran Steinkohlen - - -	360 Cubikzoll
Ein Cubikzoll ſchwarze Dammerde	43 —
Ein Cubikzoll Spießglanz - -	28 —
$\frac{1}{2}$ Zoll Kochſalz und $\frac{1}{2}$ Zoll gebrannte Knochen - - -	64 —
$\frac{1}{2}$ Cubikzoll, oder 211 Gran Salpeter mit Beinaſche - - -	90 —

Verſuche über Gährung.

42 Zoll ſchwach Bier in 7 Tagen -	639 —
26 Cubikzoll zerquetſchte Aepfel in 13 Tagen - - - - -	968 —

Verſuche über die Auflöſungen und Verbindungen.

	entwickelte Luft	eingeſogene Luft
$\frac{1}{2}$ Cubikzoll Salmiak mit 1 Zoll Vitriolöl - - -	5-6 Zoll	
An den folgenden Tagen wurden 15 eingeſogen.		
6 Cubikzoll Auſterſchalen und eben ſo viel deſtill. Eſſig in einigen Stunden - - - - -	29 —	
In 9 Tagen wurden 21 zerſtört, und die andern 8 verſchwanden, als lauwarmes Waſſer auf die Miſchung gegoſſen ward.		
2 Cubikzoll Königswaſſer auf einen flach geſchlagenen goldenen Ring gegoſſen - - - -	4 —	
2 Cubikzoll Königswaſſer auf $\frac{1}{4}$ Zoll Spiesglanz gegoſſen in 3-4 Stunden - - - - -	38 —	

Nach

	entwickelte Luft	eingeſogene Luft
Nach einigen Stunden waren 14 zerſtört.		
1 Würfel Scheidewaſſer auf $\frac{1}{4}$ Zoll Eiſenfeilſpäne - -	43 Zoll	
$\frac{1}{4}$ Zoll Eiſenfeil und 1 Cubikzoll gepulv. Schwefel - - -		19 Zoll
1 Cubikzoll Scheidewaſſer auf eben ſo viel Kies gegoſſen - - -		85 —
1 Cubikzoll Scheidewaſſer auf eben ſo viel Steinkohlen, 18 Zoll, von welchen in den folg. Tagen 12 wieder hervorgebracht wurden - -		18 —
2 Cubikzoll ungelöſchten Kalk und 4 Zoll Eſſig - - - -		22 —
2 Cubikzoll Kalk und eben ſo viel Salmiak - - - -		115 —
In geſchmolzenen Schwefel getauchte und angezündete Leinwand ſog in einem großen Gefäße ein - -		198 —
In einem kleinern Gefäße - -		150 —
2 Gran Urinphosphor - - -		28 —
hatte nach der Entzündung nur $\frac{1}{2}$ Gran verloren, nach einiger Zeit einen Zuwachs am Gewichte von 1 Gran erhalten.		
Ein in eine ſtarke Salpeterauflöſung eingetauchtes, und mittelſt eines Brennglaſes unter einer Glocke angezündetes Stück Papier bewirkte - - -	80 —	
In einigen Tagen nahm dieſe Menge von Luft ab.		

Verſuche mit brennenden Körpern und über das Athemholen der Thiere.

	entwickelte Luft	eingeſogene Luft
Ein beennendes Licht, $\frac{3}{4}$ Engl. Zoll im Durchmeſſer - - -		78 Zoll
Eine unter einer 2024 Cubikzoll haltenden Glocke eingeſchloſſene Ratte - - -		78 —
73 Cubikzoll Luft nahmen durchs Einathmen von einem Menſchen, bis er dem Erſticken nahe war, bis auf 20 Zoll ab.		

Außer dieſen und noch weit mehreren Verſuchen, welche nicht angeführt werden können, hat Hales Beobachtungen über dieſen Gegenſtand gemacht, welche Aufmerkſamkeit verdienen, und kürzlich angeführt werden müſſen, beſonders da er der erſte war, welcher die Gründe zu den ſo großen Erweiterungen, welche die Phyſik nach ihm erhielt, legte.

Er unterſuchte die Sauerbrunnenwaſſer genauer, als ſeine Vorgänger, und fand, daß dieſe Waſſer noch einmal ſo viel Luft, als die gemeinen Waſſer, enthielten. Auch muthmaßte er, daß dieſe Luft ihnen den ſtechenden Geſchmack gebe, den man an ihnen bemerke.

Ferner muthmaßte er, daß die Säuren überhaupt und beſonders der Salpetergeiſt Luft enthielten; allein die Deſtillirung des Scheidewaſſers zeigte ihm einen entgegengeſetzten Erfolg; er beobachtete nämlich ſtatt einer Zunahme eine merkliche Abnahme am Umfange der Luft. Er folgerte hieraus, daß die ſauren Dämpfe Luft einſaugen, und daß diejenige Luft, welche man durch Verbindung der Säuren mit den laugenſal-

zigen

zigen Stoffen gewinnt, wohl nicht den letztern ganz zugehören könne. Indeſſen meint er, daß die Säure einen Antheil derſelben liefern könne, und daß ſie wahrſcheinlich die Luft zuwege bringe, welche man bey Auflöſungen der Metalle in Säuren erhalte.

Die große Menge von Luft, welche bey der Verpuffung aus dem Salpeter entbunden wird, eignet Hales den Wirkungen des Schießpulvers zu, wozu jedoch, ſeiner Meynung nach, die Ausdehnung des Waſſers hinzugerechnet werden muß, welches ſich hiebey in Dämpfe verwandelt. Daß der Weingeiſt nicht wie der Salpeter verpufft, ob er gleich wie dieſer eine große Menge Luft enthält, dieß geſchieht nach Hales deßwegen, weil die Luft in ſelbigem inniger verbunden iſt und zur Abſonderung derſelben eine ſtärkere Hitze erfordert wird; und eben aus der im Weinſteine befindlichen großen Menge Luft und ihrer ſtarken Anhängung an demſelben leitet er die Wirkungen des Knallpulvers her.

Er ſuchte das eigenthümliche Gewicht der Luft zu beſtimmen, welche er durch die Deſtillation aus dem Weinſteine entbunden hatte, allein er hat nicht gefunden, daß ſie in dieſer Rückſicht von der atmoſphäriſchen Luft verſchieden wäre; es ergab ſich das nämliche Reſultat, er mochte eine friſch aus dem Weinſteine erhaltene, oder eine von mehr als 10 Tagen aus demſelben entbundene Luft anwenden.

Ferner hat Hales wahrgenommen, daß die Menge der entweder durchs Verbrennen des Schwefels oder der Kerzen oder durchs Athmen der Thiere eingeſogenen Luft verſchiedene Erſcheinungen zeigte, je nachdem man größere oder kleinere Gefäße oder Glocken gebrauchte; er bemerkt nämlich, daß die Menge der eingeſo-

geſo-

geſogenen Luft überhaupt in großen Gefäßen mehr beträgt, als in kleinen; jedoch in Vergleichung mit ihrem Inhalte in den kleinern beträchtlicher, als in den großen ſey. Weiter macht er die Bemerkung, daß dieſe Einſaugung der Luft ihre Grenzen habe und nur bis zu einer gewiſſen Stufe gehe.

Bey ſeinen Verſuchen hat er zwiſchen der Entwickelung und Einſaugung der Luft eigene Abwechſelungen wahrgenommen, welche er aber nicht zu erklären wußte. Durch die Verpuffung des Salpeters z. B. erhielt er eine große Menge Luft, welche aber täglich an Elaſticität und Umfang abnahm. Ueberhaupt beobachtete er dieß bey ſehr vielen künſtlichen Luftarten. Auch bemerkte er, daß während dem Brennen der Kerzen die Einſaugung der Luft nicht allein ſtatt fand, ſondern auch verſchiedene Tage nachher anhielt.

Hales war der Meynung, daß die aus den Körpern entbundene Luft, z. B. die, welche beym Verbrennen, oder zum Athmen der Thiere, gebraucht worden war, von der atmoſphäriſchen Luft nicht verſchieden wäre, und nur in ſo fern einen beſondern Erfolg hervorbrächte, als ſie durch fremde Dünſte verunreinigt und ſchädlich geworden wäre. Er verſuchte daher, ſie durch Flanell zu ſeihen, welcher mit zerfloſſenem Weinſteinſalze getränkt worden war, und dieß Mittel gelang ihm vollkommen. Nachdem ſie durch dieſes Seihezeug gegangen war, ſo taugte ſie wieder zum Einathmen der Thiere. Eine Lampe brannte unter einer Glocke, welche mit einem mit Weinſteinſalze getränkten Flanell gefüttert war, länger, als ſie unter einer nicht gefütterten gebrannt haben würde, obgleich der Flanell den innern Raum um ein beträchtliches verminderte. Hiebey machte Hales die wichtige Bemerkung, daß

die

die Scheidewände, wodurch die Luft geſeihet worden war, merklich am Gewicht zugenommen hatten.

Auch hat Hales gefunden, daß viele Subſtanzen, z. B. Erbſen, Wachs, Auſterſchalen, Amber u. ſ. durch Deſtillation eine Luft gaben, welche ſich anzünden ließ, und ſogar dieſe Eigenſchaft behielt, nachdem ſie durch Waſſer gewaſchen worden war.

Was die Entſtehung der Metallkalke im Feuer betrifft, ſo leitete Hales dieſelbe, wie die übrigen Naturforſcher ſeiner Zeit, aus dem Beytritte des Feuers mit dem Metalle her; außerdem aber behauptete er, daß die Luft zu dieſer Wirkung das ihrige beytrüge, und von ihr die Zunahme der Metallkalke am Gewichte zum Theil herrührte. Dieſe Meynung gründete er darauf, daß er von 1922 Gran Bley durch Deſtillation nur ſieben Zoll Luft erhalten, da ihm im Gegentheil eben ſo viele Mennige 34 Zoll gegeben hatte.

Ferner bemerkte Hales, daß der Pyrophorus den Umfang der Luft, in welcher man ihn glimmen ließ, verminderte; daß der Salpeter im luftleeren Raume nicht mehr verpuffen konnte; daß die Luft zur Bildung der meiſten Salzkryſtalle nothwendig erfordert ward; daß gährende Gewächſe anfänglich eine große Menge Luft hervorbrachten, und nachher wieder welche einſogen u. d. gl. Die Abnahme des Umfangs der Luft, welche während dem Verbrennen einiger Körper erfolgt, eignet er bald dem Verluſte ihrer eignen Elaſticität zu, bald ſcheint er zu glauben, daß dieſe Luft während dem Verbrennen wirklich gebunden und eingeſogen werde, und ſeine Unterſuchungen hierüber ſcheinen einige Ungewißheit zurückgelaſſen zu haben. Er glaubt, daß die atmoſphäriſche Luft, die näm-

nämliche, welche wir einathmen, in die Zuſammenſetzung der meiſten Körper eingehe; daß ſie in ihnen unter einer feſten Geſtalt befindlich, ihrer Elaſticität und des größten Theils der Eigenſchaften, die man ihr gewöhnlich beylegt, beraubt ſey; daß die Luft gleichſam das Band der Natur und von ihr die große Härte einiger und ein großer Theil der Schwere anderer Körper herrühre; daß dieſe Subſtanz aus ſo dauerhaften Theilen beſtehe, daß die Gewalt des Feuers ſie nicht zu verändern im Stande ſey, und daß ſie ſogar, nachdem ſie Jahrhunderte in einer feſten und trockenen Geſtalt befindlich geweſen ſey und Proben aller Art ausgehalten habe, unter gewiſſen Umſtänden ihre Elaſticität völlig wieder erhalten, und wiederum eine, der Flüſſigkeit unſerer Atmoſphäre völlig gleiche, elaſtiſche und dünne ausgedehnte flüſſige Materie werden könne. Endlich betrachtet er die Luft als eine ſolche Materie, die bald fix, bald flüſſig ſey, und unter die Zahl der chemiſchen Grundſtoffe gebracht werden und einen Platz einnehmen müſſe, welchen man bis dahin keinesweges als ſolchen angeſehen hatte.

Ein Paar Jahre nach Hales gab der berühmte Boerhaave ſeine Elemente der Chemie heraus, in welchen er in einem eigenen Abſatze etwas weitläuftig die Natur der Luft mit ihren Eigenſchaften unterſucht. Ueber die Bindung und Entbindung der Luft iſt er nicht immer mit ſich ſelbſt einig geweſen; bald ſcheint er zu läugnen, daß die Luft ſich mit den Körpern verbinde, und etwas zur Bildung ihrer feſten Theile beytrage; bald aber ſcheint er die entgegengeſetzte Meynung anzunehmen, und ſich auf die Seite des Herrn Hales zu neigen. Bey Vergleichung mehrerer Stellen in ſeinen Schriften aber erhellt ganz deutlich,

lich, daß ihm Hales Verſuche zu einer Veränderung ſeiner Meynung brachten und er die Lehre von der Bindung der Luft in den Körpern bis zu einem gewiſſen Grade annahm, daß ihm aber auch zu gleicher Zeit dieſelbe nicht hinreichend genug erwieſen zu seyn geſchienen hat, um ihn dahin zu bewegen, dasjenige zu widerrufen, was er derſelben in ſeinen Schriften entgegengeſetzt hatte. Am Ende ſeiner Abhandlung von der Luft in den Elementen der Chemie erklärt er ſich ganz für die Meynung des Herrn Hales; daſelbſt führt er eine Menge über die durch eine Verbindung von den Körpern entbundne Luſt genau angeſtellter Verſuche an, bey welchen er die Auffangung der Luft durch weit vorzüglichere Mittel, als Hales, bewerkſtelligt hat, indem er die Berührung der Oberfläche des Waſſers von der entbundenen Luft verhütete. In dieſer Rückſicht verdienen daher Boerhaave's Verſuche eine größere Aufmerkſamkeit, als des Hales ſeine, weil dieſe noch eine Ungewißheit in Anſehung der Menge der entbundenen und eingeſogenen Luft, wovon oft ein Theil vom Waſſer abſorbirt wird, zurücklaſſen. Boerhaave arbeitete nämlich beſtändig im leeren Raume der Luftpumpe und unter einer Glocke, deren innerer Raum ihm bekannt war; er pumpte die Luft ſorgfältig aus, ehe er die Miſchung vornahm, und beurtheilte die Menge der entbundenen Luft hernach vermittelſt eines Barometers. Durch dieſe Zurichtung fand er, daß $1\frac{1}{2}$ Quentchen Krebsſteine bey der Auflöſung in $1\frac{1}{2}$ Unze deſtillirten Eſſig 81 Cubikzoll Luft hervorbrachten; daß ein Quentchen Kreide bey der Auflöſung in 2 Unzen derſelben Säure 151 Zoll derſelben lieferte; und daß die Verbindung des geſtoßenen Weinſteinöls ſowohl mit dem Eſſig, als mit der Vitriolſäure, ebenfalls eine beträchtliche Menge

der-

derſelben lieferte. Bey der Auflöſung des Eiſens im Scheidewaſſer erfolgte ein ſtarkes Aufbrauſen, wobey ſich nach Boerhaave's Bemerkung ſogleich eine elaſtiſche Luft entwickelte, welche aber das Queckſilber nicht ſo weit herabtreiben konnte, als einem ſo ſtarken Aufbrauſen, ſo heftigem Platzen und ſo dichten rothen Dämpfen zu entſprechen ſchien. Hieraus, ſagt er, erhelle es, daß die heftigſten Exploſionen der Körper ohne proportionirte Entwickelung einer elaſtiſchen Luft erfolgen können. Bey der Vermiſchung von rauchendem Salpetergeiſt mit gemeinem Kümmelöl hingegen entwickelte ſich eine ſolche beträchtliche Menge Luft, daß der Verſuch gefährlich anzuſtellen war, wofern man nicht die Vorſicht beobachtete, ſehr große Gefäße zu nehmen und nur eine ſehr geringe Menge dazu anzuwenden.

Auf dieſe Verſuche folgen einige Erörterungen über die Entbindung der Luft, welche beym Verbrennen, bey der Gährung, bey der Fäulniß und bey einigen Deſtillationen ſtatt findet. Endlich ſchließt Boerhaave ſeine Abhandlung mit folgenden Betrachtungen:

Alle dieſe verſchiedenen Mittel, ſagt er, welche ſich darin ähnlich ſind, daß ſie vermittelſt des Feuers wirken, zeigen, daß die elaſtiſche Luft in die Zuſammenſetzung der Körper, als ein Beſtandtheil und ſogar als ein ziemlich beträchtlicher, eingeht. Zweifelt noch jemand daran, ſo wird er wenigſtens eingeſtehen, daß man aus allen bekannten Körpern vermittelſt des Feuers einen Stoff ziehen kann, welcher, wenn er einmal abgeſchieden iſt, flüſſig und mit einer Elaſticität begabt iſt, durch Gewichte zuſammengepreßt werden kann, ſich in der Kälte zuſammenzieht und in der

Wär-

Wärme oder bey einer Verringerung der zuſammenpreſſenden Urſache ausdehnt. Nun kennen wir aber an dem, was wir, wenn es von ſeinen übrigen beygemiſchten Theilen geſchieden iſt, das Elaſtiſche der Luft nennen, keine andere Eigenſchaften, als dieſe erwähnten. Man muß alſo zugeben, daß das Feuer wenigſtens aus allen Körpern eine elaſtiſche Luft abſcheidet. Eine ſolche Subſtanz war alſo auch in denſelben befindlich geweſen, äußerte aber die Wirkungen der Luft nicht. Sobald ſie von denſelben getrennt iſt und ſich mit andern Theilen ihrer Art vereinigt, ſo erhält ſie ihre urſprüngliche Beſchaffenheit wieder und bleibt ſolche Luft, bis ſie ſich von neuem in ihren einzelnen Theilen wiederum mit nicht luftigen, ſondern andern Theilen einer verſchiedenen Art vereinigt, mit welchen ſie in Ruhe bleiben, ſich vereinigen, und auf einige Zeit einen einzigen Klumpen ausmachen kann, ohne inzwiſchen etwas von ihrer erſtern Beſchaffenheit zu verlieren; denn ſie erſcheint beſtändig einerley, ſobald ſie von den Banden, welche ſie zurückhielten, befreyt und mit andern ähnlichen luftigen Theilen vereinigt iſt. Sie iſt alſo unter allen dieſen verſchiedenen Umſtänden unveränderlich; von einem Körper geſchieden iſt ſie eine wahre Luft wie zuvor, und beſitzt eine Neigung, ſich mit andern Theilen zu verbinden, um von neuem einen ſolchen Körper wieder zu erzeugen, als ſie eben verlaſſen hat. Keine Kunſt zeigt dieſe Art von Zerlegung und Zuſammenſetzung deutlicher, als die Chemie. Ich könnte, fährt er fort, verſchiedene Beyſpiele davon anführen. Allein ich habe die ſehr wohl ausgearbeitete Abhandlung mit vielem Nutzen geleſen und empfohlen, welche Stephan Hales vor zwey Jahren, unter dem Titel: Statik der Gewächſe, herausgegeben hat; denn im ſechſten Kapitel

Bayerische Staatsbibliothek München

dieſes Werks hat er die über dieſen Gegenſtand angeſtellten Verſuche mit vieler Mühe und Genauigkeit zuſammen und in der möglichſt beſten Ordnung vorgetragen, und dieſe Materie erſchöpft. Ich verweiſe meine Leſer alſo dahin, wo ſie finden werden, welche Fortſchritte die Kunſt gemacht hat, uns die Natur zu enthüllen.

Der berühmte Stahl, von deſſen Schriften einige ſpäter, als des Hales ſeine, herauskamen, ſcheint des letztern Verſuche von der Bindung der Luft nicht gekannt zu haben. Denn noch im Jahre 1731 in der Schrift: experimenta obſervationes et animadverſiones CCC. §. 47. ſchrieb er: die elaſtiſche Ausdehnung iſt der Luft ſo weſentlich eigen, daß man ſie nie als eine dichte Anhäufung, weder für ſich, noch in irgend einer Verbindung mit andern Subſtanzen, betrachten könne.

Die entzündlichen und ſchädlichen Schwaden waren den Bergleuten ſchon längſt bekannt geweſen; allein es hatte noch niemand daran gedacht, ſie aufzufangen, und Verſuche damit anzuſtellen. Lowther[n]) ſcheint der erſte geweſen zu ſeyn, welcher dieß in Ausführung zu bringen ſuchte. Bey der Bearbeitung einer Steinkohlenmine drang nämlich zuerſt Waſſer und gleich darauf viele Luft durch das Waſſer mit einem Ziſchen hervor, welche von daran gehaltenem Lichte wiederholt entzündet ward, und mit einer bläulichen Flamme brannte. Man leitete ſie durch eine angebrachte Zugröhre hinaus. Hielt man über ſelbige einen

n) An account of the damp air in a Coal-Pit of Sir *James Lowther* Bar. ſunk within 20 yards of the ſea; communicated by him the Royal ſociety. Philoſ. Tranſ. Vol. XXXVIII. (1733. 34.) N. 429. p. 109. ſqq.

einen Trichter, an welchem eine Blaſe gebunden war, ſo konnte dieſe in wenigen Sekunden mit der Luft angefüllt werden. Auf ſolche Art brachte man ſie in zugebundenen Blaſen nach England, wo ſie Lowther durch Tobakspfeiffenröhre in die Flamme eines Lichts druckte; ſie fieng Feuer und brannte am Ende der Röhre ſo lange, als er ſie aus der Röhre herausdruckte, wenn er ſie gleich vom Lichte wegnahm. Auch gelang dieſer Verſuch vor der königlichen Societät, nachdem die Luft beynahe einen Monat in der Blaſe aufbewahrt worden war. Uebrigens ließ ſie ſich nur durch Flamme entzünden.

Deſaguliers o) gab ſich Mühe, zu zeigen, daß einige Schwaden in Gruben bloß durch das Brennen der Lichter unter der Erde veranlaßt werden könnten, ohne daß ein ſchädlicher Dampf hinzukäme, ſelbſt, wenn der Grund der Grube mit der äußern Luft in Gemeinſchaft ſtände, wofern nur letztere nicht mit Gewalt hinein gedruckt würde. Er führt daher folgende Verſuche an:

1. In einer an beyden Seiten offenen cylinderförmigen gläſernen Glocke, deren untere Oeffnung im Waſſer befindlich, die obere aber mit einer Platte bedeckt iſt, welche ein beynahe einen Zoll weites Loch hat, verloſch ein Licht in einer nicht vollen Minute.

2. Ward die Glocke ganz zugedeckt, ſo brannte das Licht beynahe eben ſo lange.

3. Blieb

o) An experiment to ſchew that ſome Damps in Mines &c. in Philoſ. Tranſact. Vol. XXXIX. (1735. 1736.) N. 442. p. 281. ſqq.

3. Blieb das Loch im Deckel der Glocke offen, und war vermittelſt einer Röhre der äußern Luft der Zugang zum Boden verſtattet, ſo braunte das Licht nur ein wenig länger, als beym erſten Verſuche, und bließ man mit dem Munde in die Röhre, ſo verloſch es noch eher.

4. Bließ man hingegen mit Blaſebälgen in die Röhre, ſo brannte das Licht ſo lange, als man wollte.

Maud p) vermuthete, daß die Urſache der Entzündung der brennbaren Luft, mit welcher Lowther Verſuche anſtellte, von einer großen Menge in ihr ſchwebender ſchweflichter Dünſte herrühre; daher kam er auf den Gedanken, durch Kunſt dieſelbe Luft hervorzubringen. Er nahm nämlich zwey Quentchen Vitriolöl, das er mit acht Quentchen Waſſer vermiſchte, brachte dieſe Miſchung in ein zehn Zoll weites und drey Zoll tiefes Glas mit einem flachen Boden und langem Halſe, und ſchüttete zwey Quentchen Eiſenfeile hinein; es entſtand ſogleich eine ſtarke Erhitzung mit einem heftigen Aufbrauſen, und Dämpfe ſtiegen empor. An der Oeffnung des Halſes am Glaſe hatte er eine luftleere Blaſe befeſtigt, in welche die Dämpfe vermittelſt eines Pfeiffenrohrs geleitet wurden. Auf ſolche Art konnte man ſo viele Blaſen füllen, als man wollte, ſo lange das Aufbrauſen dauerte. Zwey von dieſen Blaſen wurden vor der Geſellſchaft verſucht; ſie zeigten die nämlichen Erſcheinungen, wie Lowther's aufgefangene Luft, nur mit dem Unterſchiede, daß erſtere eine andre Farbe in der Flam-

p) A chemical experiment, ſerving to illuſtrate the Phaenomenon of the inflammable air ſhewn to the Royal ſociety by Sir *James Lowther* in Philoſ. Tranſ. Vol. XXXIX. p. 282. ſqq.

Flamme zeigte, als letztere. Als er einen Theil aus der Blaſe herausgedruckt, und die Hand weggezogen hatte, entzündete ſich auf einmal alle zurückgebliebene Luft mit einem ſtarken Knalle, wie ein Piſtolenſchuß. Maud macht hiebey die Bemerkung: es ſey merkwürdig, daß die Luft gleichſam von der Miſchung erzeugt, oder ſonſt, da ſie im Metall in einem unelaſtiſchen Zuſtande gebunden geweſen, wieder frey geworden wäre, und meint, dieſer Verſuch könne eine wahrſcheinliche Urſache der Erdbeben, Vulkane und aller feurigen Ausbrüche der Erde, abgeben.

Duhamel [q]) hatte inzwiſchen verſchiedene Beobachtungen beym Brennen des rohen und beym Löſchen des lebendigen Kalks gemacht, welche hier angeführt zu werden verdienen, ob er gleich die wahre Urſache davon noch nicht anzugeben im Stande war. Er fand, daß der weiße Marmor ohngefähr ein Drittel von ſeinem Gewichte verlor, wenn er in einem ſehr ſtarken Feuer gebrannt ward, und gleichwohl war er, wie er aus dem Feuer kam, noch nicht durch und durch bis zum Mittelpunkte verkalkt, ſondern in der Mitte blieb noch ein Kern. Der Kalkſtein von Courcelles, welcher vorzüglich zum Bauen gebraucht wird, iſt bey weitem nicht ſo ſchwer zu verkalken geweſen, und überhaupt ſchien die Calcination deſto ſchneller und leichter von ſtatten zu gehen, je mürber der Stein war. Die Steine von Courcelles verloren beym Brennen etwa 8 Unzen und 4 Quentchen vom Pfunde, d. i. ein wenig über die Hälfte von ihrem Gewichte. Wurden ſie hierauf an die Luft gelegt, ſo bekamen ſie Riſſe, zerfielen zu einem Pulver, und erhielten einen Theil des

q) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1740.

des verlornen Gewichts nach und nach wieder, aber $5\frac{1}{2}$ Unzen fehlten doch aufs Pfund an demjenigen Gewicht, welches ſie vor der Calcination hatten.

Duhamels Verſuche über das Löſchen des lebendigen Kalks ſind dieſe: Er nahm 16 Unzen Kalk von Courcelles, löſchte ihn mit Waſſer bis er ſo dünne wie ein Brey war, und ließ ihn alsdann an der Luft trocknen; er wog hierauf 26 Unzen, und hatte folglich einen Zuwachs von 10 Unzen erhalten. Anhaltende Stubenwärme hatte das Gewicht dieſes Kalks in einer ziemlich beträchtlichen Zeit nicht merklich verringert. Viel größer war die Menge Waſſer, welche der Marmorkalk einſaugte.

Duhamel hatte daſſelbe Waſſer, welches er in den Kalk hatte einziehen laſſen, durchs Feuer wieder zu verjagen geſucht, aber viele Schwierigkeiten dabey gefunden. Ob er gleich einen Schmelzofen hiezu gebrauchte, in welchem das Feuer durch einen Blaſebalg angeblaſen ward, ſo hat der Kalk doch allemal einen Zuwachs am Gewichte von $5\frac{1}{2}$ Quentchen aufs Pfund behalten, welches er vom zurückbleibenden Waſſer ableitete, das nicht hatte entbunden werden können. Dieſer Kalk hatte alsdann die Beſchaffenheit des ungelöſchten Kalks und zeigte alle Erſcheinungen deſſelben.

Bey den Verbindungen des ungelöſchten Kalks mit den Mineralſäuren nahm er wahr, daß ein ſtarker und durchdringender Dampf entbunden ward, welcher die Silberauflöſung fällte, und dieſer Umſtand ließ, verbunden mit ſeinem Geruche, ihn vermuthen, daß er Salzgeiſt wäre.

Einige noch unvollſtändige Wahrnehmungen über die Stickluft haben die Herrn d'Arguier und von Men-

Mengaud r) gemacht. Des erſtern Abhandlung iſt bereits im Jahr 1748 vorgeleſen worden. Zwey Männer geriethen durch die Luft eines ausgetrockneten tiefen Brunnens in Lebensgefahr, kamen aber doch an der atmoſphäriſchen Luft wieder zu ſich, obgleich der eine eine halbe Stunde lang ſich darin aufgehalten hatte; die Lichtflamme löſchte ſie aus, aber eine an der äußern Luft angezündete Raquete brannte darin; ſie tödtete einen Hund und zwey Sperlinge, und ertheilte dem Waſſer weder Geruch noch Geſchmack; ein Kohlkopf verwelkte in ihr bald; Schießgewehr gieng in ihr nicht los; elektriſche und magnetiſche Kraft litten in ihr keine Aenderung; der Dampf von brennendem Oele verbeſſerte ſie in ſo weit, daß ein junger Hund über eine Stunde und ein kleiner Vogel ſieben Minuten in ihr leben konnten; Menſchen wurden immer in derſelben betäubt und bange. D'Arguier leitet ihre Schädlichkeit vom Mangel der Elaſticität her.

Herr von Mengaud hatte wahrgenommen, daß der Brunnen nach vier Tagen nicht feucht geworden war; daher ſchließt er, daß man ſeine Schädlichkeit nicht von den Waſſerdünſten herleiten könne. Er bemerkt, daß Touzart aus 60 bis 80 Tropfen eines ſolchen Brunnenwaſſers 3 Unzen einer Säure erhielt, welche Gold in der Hand aufgelößt habe, ohne ſie zu beſchädigen.

Uebrigens wird noch angeführt, daß von Mengaud die Säure der Stickluft ſchon 1747 einiger Maaßen wahrgenommen habe.

Bigot

r) Hiſtoire et memoires de l'Acad. roy. des ſciences, inſcriptions et belles lettres de Toulouſe. T. I. à Toulouſe 1782. 4. Götting. Anz. v. Jahr 1783. St. 3. S. 17-30.

Bigot de Morogues [s]) ſchrieb eine Abhandlung von der Verderbniß der Luſt in Schiffen, worin einige hieher gehörige Betrachtungen enthalten ſind. In der Einleitung, wo davon geredet wird, daß die Luft zur Erhaltung unſers Lebens nothwendig ſey, äußert Morogues die Vermuthung, daß die Seeluft geſunder, als die Landluft ſey, und gründet ſeine Meynung darauf, daß das Waſſer die ſchweflichten und mineraliſchen Ausdünſtungen, welche am ſchädlichſten ſeyen, einſauge. Daher müſſe die Luft über der Oberfläche der Meere viel reiner, als irgend eine andere, ſeyn; ein bloßer leichter geſchmackloſer wäſſerichter Dampf ſteige in die Höhe. Daß die Beſatzungen der Schiffe auf weiten Reiſen gleichwohl ſo vielen Krankheiten unterworfen wären, rühre daher, daß ſolche Schiffe gleichſam ihren eigenen Dunſtkreis hätten und einen eigenen Grundſtoff der Verderbung der Luft enthielten, welche die Beſatzungen einathmeten. Seiner Meynung nach iſt die Luft auf dem Schiffe mit der äußern nicht gleich warm, ſcheine aber wärmer zu ſeyn, als ſie es in der That wäre, weil ſie wegen ihrer geringern Bewegung und der Anhäufung mit Dünſten dichter ſey, und daher die wärmere Ausdünſtung der Körper nicht ſo leicht verfliegen laſſe; ſie beſitze viele Aehnlichkeit mit der Luft in Gruben, und das ſchwache Licht der Lampen beweiſe, daß ſie einen Theil ihrer Elaſticität verloren habe; daher ſey ſie der Geſundheit der Menſchen außerordentlich ſchädlich. Wenn die Luft zum Athmen tauglich ſeyn ſolle, ſo müſſe ſie natürlich dicht, kühl und in Bewegung ſeyn, und die Erfahrung lehre, daß eine mit groben Dün-

s) Mémoire ſur la corruption de l'air dans les vaiſſeaux in Mémoir. de Mathemat. et de Phyſ., préſent. à l'Acad. Roy. des ſcienc. T. I. à Paris. 1750.

Dünſten geſchwängerte Luft dem Leben der Thiere ſchädlich ſey, ja ihre eigenen Ausdünſtungen wären im Stande, ſie zu tödten. Er beruft ſich auf die mit eingeſchloſſenen Thieren angeſtellten Erfahrungen, und ſcheint die dabey vorgehende Veränderung in dem Verluſte der Elaſticität und einer Verderbung zu ſetzen, welche von den Ausdünſtungen der ſich erhitzenden Lebensmittel, den Ausdünſtungen der Thiere und ihres Miſtes und den Verdunſtungen und Unreinigkeiten der Menſchen herrühre. Insbeſondere aber werde ſie durch das unten im Schiffe ſtehende und faulende Waſſer verunreinigt, wie dieß mehrere Erſcheinungen zeigten.

Die Ausdünſtung der Beſatzung ſey beträchtlich; auf einer Fregatte von 30 Kanonen und 250 Mann könne man wenigſtens annehmen, daß 100 Mann ſich beſtändig im eingeſchloſſenen Raum befänden, von welchen ſich in 24 Stunden 150 Pfund Ausdünſtung mit der daſelbſt befindlichen Luft vermiſche. Rechne man alle übrige Ausdünſtungen dazu, ſo könne man ſie ſicher auf 350 Pfund ſchätzen, welche einen Raum von 5 in Dünſte ausgedehnten Cubikfußen Waſſers einnähmen und in der eingeſchloſſ'nen Luft ohngefähr den 4ten Theil des Raums ausmachten. Schon hierdurch müſſe die Luft viel von ihrer Elaſticität verlieren; ſie verliere aber noch mehr, indem ſie von denſelben Menſchen beſtändig eingeathmet werde. Hierauf berechnet **Morogues** nach **Hales** Verſuchen, daß ein jeder Mann binnen 24 Stunden über 3 Cubikfuß ſehr verdorbene Luft einathme, von welchen $\frac{2}{3}$ Fuß Dünſte wären, welche, wie Waſſer verdichtet, $\frac{5}{4}$ Cubikzoll ausmachen würden.

Venel t) hat in zwey eigenen Abhandlungen Unterſuchungen über die elaſtiſche Flüſſigkeit in den ſogenannten Sauerbrunnen angeſtellt. Seine Abſicht gieng vorzüglich dahin, gegen die Meynung des Herrn Hoffmann und Slare zu beweiſen, daß das Selterwaſſer und die meiſten Waſſer, welche man Sauerbrunnen zu nennen pflege, weder ſauer noch laugenſalzig ſeyen; daß der ſtechende Geſchmack und die Blaſen, welche nach ihrer Oberfläche aufſteigen, und die Wirkung des Champagner Weins, Biers und Cyders nachahmen, nur von einer beträchtlichen Menge elaſtiſcher Flüſſigkeit, oder mit dieſen Waſſern, und zwar im Stande einer Auflöſung, verbundener Luft herrühren. Venel hat es dahin gebracht, dieſe Luft durch bloßes Schütteln zu entbinden, in eine feuchte Blaſe aufzufangen, und ihre Menge zu meſſen. Sonſt mochte er ſich eines Mittels zur Erreichung dieſes Zweckes bedienen, welches er wollte, entweder der Luftpumpe, der Hitze, oder der Vorrichtung des Herrn Hales, der Erfolg war doch beſtändig der nämliche, und er hatte immer beobachtet, daß das Selterwaſſer ohngefähr $\frac{1}{5}$ ſeines Volumens an elaſtiſcher Flüſſigkeit enthielt.

Sobald er dem Selterwaſſer die Luft, welche es im aufgelößten Zuſtande enthielt, entzogen hatte, ſo beſaß es keine von den Eigenſchaften mehr, welche es zu einem Sauerbrunnen machten; anſtatt des ſtechenden Geſchmacks ſpürte man nun einen ſtumpfen, es braußte nicht mehr; kurz es war bloß ein gewöhnliches Waſſer, welches nach Venel noch etwas Kochſalz enthält.

Da

t) Mémoir. preſentés par les ſçavans etrangers. T. II. p. 53. ſqq.

Da Venel erwieſen hatte, daß das Selterwaſſer ſeine Eigenſchaften der Luft zu danken habe, ſo verſuchte er auch, dergleichen Waſſer zu verfertigen. Folgende Betrachtungen leiteten ihn auf dergleichen Verſuche: Die Luft, ſagt er, iſt im Waſſer auflößlich; das Beyſpiel der brauſenden Weine, ſelbſt das des Selterwaſſers, dient zum Beweiſe; man muß aber dieſe Flüſſigkeit zu gleicher Zeit als eine ſolche anſehen, welche eine nähere Verwandtſchaft zu ſich ſelbſt als zu dem angewendeten Auflöſungsmittel hat. Daraus folgt, daß dieß Auflöſungsmittel nie Stärke genug beſitzen wird, für ſich allein die Anhäufung der Luft zu trennen, und daß dieſe Trennung ein Umſtand iſt, welcher der Auflöſung vorher gehen muß. Dem Herrn Venel ſchien hiezu kein Mittel geſchickter zu ſeyn, als die Salze ſelbſt in dem Waſſer, welches ſie auflöſen ſollte, zuſammenzuſetzen; er konnte ſich darauf verlaſſen, auf ſolche Art ein Brauſen hervorzubringen, und mithin eine große Menge Luft zu entbinden. Da nun dieſe Luft in dem Zuſtande einer gänzlichen Zertrennung ſich befand, ſo war ſie gerade zur Auflöſung am geſchickteſten. Dieſe Meynung glaubte Venel durch folgenden Schluß als richtig annehmen zu dürfen. Nach ihm iſt das Aufbrauſen nichts anders, als eine wahre Fällung der Luft; zwey Körper erregen bey ihrer Vereinigung mit einander bloß darum ein Brauſen, weil ſie gegen einander eine nähere Verwandtſchaft beſitzen, als einer derſelben oder beyde zuſammen, gegen die Luft, womit ſie verbunden waren. Es iſt aber bekannt, daß bey ſehr vielen chemiſchen Fällungen, wenn bey denſelben ſehr viel Waſſer angewendet wird, und der Niederſchlag im Waſſer auflößlich iſt, dieſer in dem Maaße, als er gefällt wird, auch wieder aufgelößt wird; das näm-

nämliche muß der Luft unter ähnlichen Umſtänden begegnen.

Nach allen dieſen Betrachtungen that Venel zwey Quentchen Sodeſalz und eben ſo viel Salzſäure in eine Pinte Waſſer. Hiebey brauchte er die Vorſicht, die Verbindung der Stoffe nicht eher zu bewirken, bis die Flaſche zugeſtopft war. Durch dieſes Mittel gelang es ihm, ein Waſſer zu bereiten, welches dem Selterwaſſer nicht allein vollkommen ähnlich, ſondern noch viel ſtärker mit Luft geſchwängert war.

Dieſe Verſuche ließen noch eine ſehr ſonderbare Erſcheinung zu erklären übrig, welche ſeiner Meynung zu widerſprechen ſchien: Hoffman hatte nämlich angemerkt, daß die Töplitzer und Pfefferſer Waſſer in Deutſchland, wie viele andere geiſtige oder Sauerbrunnen, ganz und gar nichts Salziges enthielten; dieſe Waſſer waren alſo offenbar nicht durch die von Venel angewendeten Mittel luftig geworden, und es folgte hieraus offenbar, daß ſein Verfahren nicht das Verfahren der Natur war. Die Erklärung dieſer Erſcheinung war aber den Herren Cavendiſh und Prieſtley vorbehalten, wovon in der Folge.

Auch du Tour [u]) hat einige Unterſuchungen, welche hieher gehören, gemacht, die hier angeführt zu werden verdienen. Er ſetzt voraus, eine gegebene Menge Waſſer könne nur eine beſtimmte Menge Luft enthalten, und wenn ſie einmal mit Luft geſättigt ſey, nicht mehrere einſaugen. Wenn der Druck der Luft die

u) Expoſition d'une theorie ſur le renouvellement de l'air dans l'eau, et ſur la deſunion des parties des matières ſolubles operée par les diſſolvans, in den Mémoir. preſent. T. II. 1755. p. 477. ſqq.

die Haupturſache der Vereinigung der Luft mit dem Waſſer wäre, ſo werde es bey der höchſten Stuffe deſſelben mit aller Luft geſchwängert werden, welche es nur enthalten könne; ſollte es alſo friſche aufzunehmen fähig werden, ſo müſſe ein Theil der in ihm befindlichen davon gehen, und ihr ſeinen Platz einräumen. Die im Waſſer vertheilte Luft entbinde man aber durch Verminderung des Drucks der Atmoſphäre vermittelſt der Luftpumpe, durch Erhitzen, durchs Gefrieren, und wenn man es durch ſehr enge Röhren fließen laſſe z. B. wenn man es durch Sand ſeihe. Die letzten drey Wege habe die Kunſt der Natur zu verdanken, und ſie wären dem erſtern in einem hohen Grade vorzuziehen; indeſſen ſey der Druck der Atmoſphäre doch auch beträchtlichen und immerwährenden Abänderungen unterworfen, und vielleicht nehme er zuweilen ſo ſehr ab, daß die Luft, zu deren Zurückhaltung er zum Theil beytrage, ſich losmachen könne. Sobald nun Waſſer durch eine der angeführten Urſachen einen Theil der in ihm enthaltenen Luft verloren habe, ſo ſey es wieder im Stande, neue einzuſaugen, wenn die Urſache aufhöre, welche ſie ihm entzogen habe, und da ſolche Urſachen, wenigſtens die drey erſten, zufällig, vorübergehend und öftern Abwechſelungen der Zu- und Abnahme unterworfen wären, ſo müſſe ſich auch faſt immer Gelegenheit zur Erneuerung der Luft im Waſſer finden.

Hierauf erörtert du Tour die Wirkungen der Wärme und Kälte. Bey den äußerſten Stufen derſelben entweiche die Luft ſichtbarlich in Blaſen aus dem Waſſer. Dieß müſſe alſo auch bey ſchwächern Stufen, jedoch nicht ſo merkbar, erfolgen. Zwiſchen den beyden äußern Stufen der Hitze und Kälte, von der

Mitte

Mitte aus, geben alſo Stufen von abnehmender Unwirkſamkeit, die Luft aus dem Waſſer zu entbinden, in Stufen zunehmender Wirkſamkeit nach denſelben über. Eine gewiſſe Stufe der Hitze oder Kälte ertheile dem Waſſer nur eine verhältnißmäßige Menge Luft, und habe es vorher mehrere, oder wenigere, enthalten, ſo werde es im erſtern Falle den Ueberſchuß verlieren, und im letztern der noch fehlende Theil ſich damit verbinden.

Hierauf ſucht du Tour zu zeigen, daß das Aufſteigen der Luftblaſen bey der Erwärmung des Waſſers und bey der Verdünnung der umgebenden Luft unter der Glocke der Luftpumpe an Geſchwindigkeit und Größe der entbundenen Menge entſpreche, und daß bey den Wirkungen der Kälte die ermangelnde Ausdehnung durch die verſtärkte Elaſticität erſetzt werde. Eine ſolche entbundene Luft, fährt du Tour fort, habe nunmehr eine ganz andere Beſchaffenheit, als zuvor; ſie habe ihre Ausdehnbarkeit wieder erhalten, deren ſie vorher ganz, oder beynahe ganz, beraubt geweſen ſey, und einen Platz verlaſſen, woſelbſt ſie ſich nicht ausdehnen konnte.

Hierauf erinnert du Tour, daß man denken ſollte, bey einem Verluſte der Luft würde ſolche zuerſt aus den obern Lagen des Waſſers weggehen, indeſſen erfolge das Gegentheil, und, die wenigen Blaſen abgerechnet, welche von den Seiten aufſteigen, kommen die meiſten vom Boden herauf; dieß ſey beym Sieden nicht ſo befremdend, als unter der Luftpumpe. Dieſe Erſcheinung laſſe ſich vielleicht ſo erklären, daß die Lufttheilchen der untern Lage nicht von allen Seiten mit Waſſer umgeben ſeyen, ſondern, da ein Theil derſelben den Boden unmittelbar berühre, ſolcher trocken

und

und daher zur Ausdehnung geneigter ſey, als die übrigen, welche ganz mit Waſſer begrenzt wären; bey ihrem Aufſteigen komme die Reihe an andere u. ſ. f. Dieſe Erklärung gebraucht du Tour auch bey der Entſtehung der Blaſen an den Seitenwänden des Gefäßes.

Beym Eintritte hingegen, ſagt du Tour, werden die obern Lagen zuerſt mit Luft verſehen, und bey abermaligem Entweichen, wenn anders das Waſſer ruhig geſtanden habe, die ältern nach dem Boden hin in Geſtalt der Blaſen wieder abgeſchieden, welche hernach, wie zuvor, in die Höhe ſteigen.

Du Tour ſchließt hieraus, daß ſowohl die Beraubung der Luft, als die Schwängerung mit derſelben, mehrere Zeit erfordern werden, je höher das Waſſer ſtehe, und je kleiner ſeine Oberfläche ſey; er geht ſodann zu den Unterſuchungen der Herren Mariotte und Nollet über die zur Sättigung des Waſſers mit Luft erforderliche Zeit über, und wählt an den bey Auflöſungen zu erwägenden Umſtänden die Wirkung des Auflöſungsmittels zum weitern Gegenſtande ſeiner Abhandlung, da ſolches bey ſeiner Eindringung in die Zwiſchenräume eines Körpers den Zuſammenhang der Theile deſſelben aufhebt und ſie von einander trennt. Er wählt das Sprengen der Felſen durchs Aufquellen in die Spalten getriebener hölzerner Keile zum Gegenſtande ſeiner Unterſuchung. Das Waſſer, ſagt er, könne hier nicht allein zureichen, ſondern man müſſe auch auf die Luft rechnen, welche theils im Holze befindlich ſey, theils mit dem Waſſer hinzugeführt werde. Dieſe entbinde ſich plötzlich, indem zum Theil das Waſſer in den engen Zwiſchenräumen des Holzes einen großen Theil ſeiner Luft fahren laſſe, welche augen-

genblicklich ihre vorige Ausdehnbarkeit wieder erhalte, zum Theil aber auch die im Waſſer enthaltenen Lufttheilchen durch die Feuertheilchen im Holze zur Abſonderung vom Waſſer, oder wenigſtens zur Ausdehnung bis auf einen gewiſſen Grad, geſchickt gemacht werden. Die große Gewalt, welche dieſe Lufttheile im Augenblicke ihrer Entbindung vom Waſſer zu äußern vermögen, laſſe ſich aus den Erfolgen des Gefrierens abnehmen, wozu er ein Paar eigene Verſuche hinzuſetzt, welche beweiſen, daß durch Sand geſeihetes Waſſer einige Luft verloren hatte, da hingegen Verſuche mit naſſen Papierſtreifen und Saiten keine merkliche Verſchiedenheit in der Verlängerung derſelben durch gewöhnliches und von Luft leeres Waſſer zeigten.

Du Tour wendet dieſes auf die Wirkung der Auflöſungsmittel an, und betrachtet ſolche als Stoffe, welche Luft in einem zuſammengepreßten Zuſtande enthalten, und in die Zwiſchenräume eines Körpers ſich begeben könnten, welcher den Auflöſungsmitteln den Durchgang verſtatte, da alsdenn dieſe Luft bey dem Daſeyn einer Urſache, welche ihr die Ausdehnbarkeit wiedergebe, mit einer Kraft verbunden werde, welche die ſie einſchließenden Bande zertrennen könne.

Du Tour ſuchte durch Verſuche zu erforſchen, ob das Waſſer etwas von ſeiner Auflöſungskraft verliere, wenn es von Luft gereinigt werde. Er fand, daß das Eiſen in dem von Luft gereinigten Waſſer gar nicht roſte, da es dagegen in anderen ſehr bald vom Waſſer angegriffen ward, welches auch in erſterm geſchah, ſobald Luft dazu gelaſſen ward. Er ſchloß hieraus auf die Nothwendigkeit des Beytritts der Luft zur Auflöſung des Eiſens im Waſſer.

Er

Er füllte zwey Flaſchen mit Waſſer, worin eiſerne Nägel gelegt waren, und auf welches er Oel gegoſſen hatte. Die eine ward unter der Glocke der Luftpumpe von Luft gereinigt, und hernach offen hingeſtellt. In der andern roſtete der Nagel eher; jedoch in einem Gefäße, wo das Waſſer nicht mit Oel bedeckt war, viel geſchwinder.

Auch verſuchte du Tour, ob einige Zeit im Dunkeln aufbewahrtes Waſſer weniger zur Auflöſung des Eiſens geſchickt ſeyn würde; er erhielt aber nur zweifelhafte Reſultate.

Noch fand du Tour bey angeſtellten Verſuchen mit Kupferblechen, daß der Mangel der Luft der Erzeugung des Grünſpans nachtheilig war.

Zucker, Vitriolöl, Meerſalz u. ſ. w. ſchien ausgepumptes Waſſer eben ſo ſchnell aufzulöſen, als mit Luft geſättigtes. Du Tour erklärt dieß aus dem ſchwächern Zuſammenhange der Theile der Salze in Vergleichung mit dem Eiſen und Kupfer.

Marcorelle x) giebt einige Beobachtungen von einer beſondern Stickluft, welche im Jahr 1750 bey der tiefern Grabung eines Brunnens empor ſtieg. Es hatte nämlich ein Einwohner daſelbſt einen Brunnen, dem es oft an Waſſer mangelte. Da nun derſelbe bey einer Austrocknung am 29ten May tiefer zu graben angefangen wurde, ſo verloſch gegen Mittag während der Arbeit das Licht in ſelbigem plötzlich. Man holte wieder ein brennendes Licht, welches abermals

x) Obſervation ſur un mephitis in Mémoir. preſentés T. II. p. 614.

mals auslöſchte; man ſtellte es in eine Laterne, aber auch dieß half nichts. Selbſt glühende Kohlen, die man in den Brunnen brachte, hörten zu glimmen ſchnell auf, ſobald ſie etwa 23 Fuß über dem Boden deſſelben ſich befanden. Keiner von den Arbeitern, welche im Brunnen waren, ward mit der geringſten Erſtickung befallen, man bemerkte bloß, daß ihre Wäſche ſchwarz geworden war. Die nämlichen Erfolge fanden noch am 31ten Vormittags ſtatt; am Nachmittage aber brannte ein Licht ungehindert bis zum 3ten Juni fort, doch bemerkte man am Ende jedes Tages, nachdem ſie tiefer in dem Tufſteine gegraben hatten, daß ein ziemlich dicker Dampf aufſtieg; in dieſem Dampfe verloſch das Licht, und die Leinwand nebſt den Kleidern wurden in demſelben ſchwarz. Als am 4ten Juni Waſſer genug in den Brunnen gekommen war, hörte man auf zu arbeiten, und bemerkte keinen beſondern Erfolg mehr.

Das Merkwürdige bey dieſer Stickluft war dieß, daß ſie den Arbeitern keine Beſchwerde, ſelbſt beym Athemholen, verurſachte, ob ſie gleich ihre Wäſche und Kleider ſchwarz färbte und die Lichter verlöſchte.

Eine ähnliche Luft hat Prieſtley in der Folge aus Brunnenwaſſer erhalten.

D. Black [y]) in Edinburgh fand, daß die Bitterſalzerde, die Kalkerde, und überhaupt alle Erden, welche durchs Verkalken zu lebendigem Kalke werden, eine

y) Experiments upon Magneſia alba, and ſome other alcaline ſubſtances, in Eſſ. and obſerv. read before a ſociety in Edinb. Vol. II. p. 157. ſqq. Joſeph Blacks Verſuche mit der Magneſia alba, ungelöſchtem Kalk und andern Alkalien, in Neue Edinb. Verſ. B. II. S. 172. ff.

eine Menge Luft entbinden, welcher er den Nahmen fixer Luft gab. Hierunter verſteht er eine von der gemeinen elaſtiſchen verſchiedene und in der Atmoſphäre verbreitete Luftart. Er bemerkt, daß er die Benennung vielleicht nicht paſſend anwende, er wolle ſich aber doch lieber eines in der Naturlehre ſchon bekannten Worts bedienen, als ein neues erfinden, ehe er von der Beſchaffenheit und den Eigenſchaften des Stoffes, welchen es bezeichne, völlig unterrichtet wäre.

Nach Black's Verſuchen läßt ſich die fixe Luft auf zweyerley Weiſe, nämlich entweder durch die Gewalt des Feuers, oder durch die Auflöſung in Säuren von der Kalkerde austreiben. Im erſtern Falle verliert die Kalkerde über die Hälfte von ihrem Gewichte; der Rückſtand iſt bloß eine von aller Luft beraubte Erde, welche daher nicht mehr mit Säuren brauſet. Der lebendige Kalk hat ſeine ätzende Kraft nach Black nur von ſeiner ſtarken Neigung zur Luft, deren er durch die Calcination beraubt iſt; daher ſaugt er auch, wenn man ihn an einen thieriſchen oder vegetabiliſchen Stoff bringt, mit großer Begierde die in demſelben enthaltene Luft ein, zerlegt ihn, und dieſe Zerlegung wird uneigentlich brennen oder ätzen genannt.

Die Eigenſchaft des Kalks, verſchiedenen Körpern die Luft zu entziehen, giebt ein Mittel, den fixen und flüchtigen Laugenſalzen ſeine ätzende Kraft mitzutheilen. Bringt man eine gewiſſe Menge Kalk in eine Lauge von fixem Laugenſalze, ſo bemächtigt er ſich aller in dem Laugenſalze enthaltenen fixen Luft, verliert zu gleicher Zeit alle Eigenſchaften, welche ihn zum Kalke machten, und erhält die Eigenſchaft wieder, mit Säuren zu brauſen; er iſt mit einem Worte gewöhnlicher Kalk. Im Gegentheil brauſet das ſeiner

Luft beraubte fixe Laugenſalz nicht mehr mit Säuren, läßt ſich nicht mehr zum Anſchießen bringen, iſt ätzend geworden und liefert durch Eintrocknen den Aetzſtein.

Daſſelbe erfährt das flüchtige Laugenſalz. Wenn man Salmiak mit Kreide deſtillirt, ſo erhält man ein trockenes flüchtiges Laugenſalz, welches mit Säuren brauſet; wendet man aber ſtatt der Kreide lebendigen Kalk dazu an, ſo findet man das flüchtige Laugenſalz in dem Maaße, wie es entbunden wird, durch den Kalk ſeiner Luft beraubt; es wird zu einer Flüſſigkeit, und iſt ein ätzendes flüchtiges Laugenſalz, das mit Säuren nicht brauſet, und ſich nicht zum Anſchießen bringen läßt.

Ein zweytes Mittel, der Kalkerde die fixe Luft zu entziehen, beſteht darin, daß man ſie mit Säuren in Verbindung bringt. Löſt man Kalkſteine oder Kreide in einer beliebigen Säure auf, ſo bemerkt man ein ſtarkes Brauſen, oder, welches einerley iſt, eine beträchtliche Entbindung fixer Luft; die Erde, welche eine ſtärkere Verwandtſchaft zur Säure, als zur fixen Luft hat, läßt die letztere fahren, welche alsdenn ihrer Elaſticität wegen entweicht, und ſich mit der atmoſphäriſchen Luft vermiſcht. Schlägt man hierauf die Erde aus dieſer Auflöſung nieder, ſo kann man ſie nach Belieben in der Geſtalt der Kreide oder des Kalks erhalten; Kreide iſt ſie, wenn man ſie mit einem gewöhnlichen Laugenſalze fällt, Kalk hingegen, wenn man ſie durch ein ätzendes d. i. der Luft beraubtes Laugenſalz niederſchlägt. Das Merkwürdigſte hiebey iſt dieß, daß der Kalkſtein nach Black bey dieſem Verſuche beinahe eben ſo viel an ſeinem Gewichte verliert, als beym Calciniren, und ſein voriges Gewicht wieder

erhält,

erhält, wenn man ihn in der Geſtalt der Kalkerde, d. i. mit aller ſeiner Luft verſehen, niederſchlägt.

Black erklärt aus eben dieſem Grunde, warum der Kalk nicht ganz und gar im Waſſer auflößlich ſey und warum der aufgelößte Theil ſo leicht zu einem im Waſſer unauflößlichen und unter dem Nahmen des Kalkrahms bekannten Häutchen werde. Nach ſeiner Meynung haben die Kalkerden eine ſtärkere Verwandtſchaft zur Luft, als zum Waſſer; daraus folgt, daß, wenn man Kalk ins Waſſer bringt, ein Theil deſſelben dem Waſſer die fixe Luft, welche es enthielt, entziehen, und unter der Geſtalt einer Kalkerde niederfallen muß; zu gleicher Zeit wird aber ein anderer Antheil deſſelben Kalks, welcher keine fixe Luft zu ſeiner Sättigung hat finden können, vom Waſſer aufgelößt, und giebt Kalkwaſſer. Stellt man dieſes Waſſer nachher an die Luft, ſo ſaugen die nahe an der Oberfläche befindlichen Kalktheilchen die in der Atmoſphäre ſchwebende fixe Luft ein, werden wieder unauflößlich und ſammeln ſich auf der Oberfläche zu einem unauflößlichen Häutchen an, welches keine Eigenſchaften des lebendigen Kalks mehr beſitzt, und von dem gewöhnlichen Kalke nicht mehr verſchieden iſt. Die Wahrheit dieſer Theorie wird dadurch bewieſen, daß man die Wiederherſtellung des Kalks zur Kalkerde verhütet, wenn man das Kalkwaſſer in verſchloſſenen Gefäßen aufbewahrt, in welchen es von keiner umgebenden Luft berührt werden kann.

Ferner hat Black wahrgenommen, daß die Magneſia die Eigenſchaft, das Kalkwaſſer zu mildern, beſitzt; woraus folgt, daß die fixe Luft eine größere Verwandtſchaft zu der gewöhnlichen Kalkerde, als zu der Magneſia hat. Endlich ſchließt Black aus

 allen

allen ſeinen Verſuchen, daß man in der Verwandtſchaftstafel des Herrn Geoffroy folgende Veränderungen machen, und eine neue Stufenleiter zu derſelben hinzufügen könne, wenn man die laugenſalzigen Stoffe folgender Maaßen, und in ihrem reinen und luftfreyen Zuſtande betrachte:

Säuren	fixe Luft
Fixes Laugenſalz	Kalkerde
Kalkerde	Fixes Laugenſalz
Flüchtiges Laugenſalz	Bitterſalzerde
und Bitterſalzerde	Flüchtiges Laugenſalz.

Uebrigens vermuthete Black, daß die in den flüchtigen Laugenſalzen enthaltene fixe Luft ſich mit den Metallen auf dem naſſen Wege bey den metalliſchen Niederſchlägen vereinige, und daß man dieſer Urſache den Zuwachs derſelben am Gewichte, und vielleicht ſogar die erſtaunlichen Wirkungen des Knallgoldes zuſchreiben müßte.

Um dieſe Zeit, da Black in England ſeine Theorie bekannt machte, beſchäftigte ſich der Graf von Saluces [z]) zu Turin mit wichtigen Unterſuchungen über die elaſtiſche Flüſſigkeit, welche vom Schießpulver bey der Entzündung deſſelben entbunden wird. Er hatte gefunden, daß dieſe elaſtiſche Flüſſigkeit in ihrem freyen Zuſtande einen 200mal ſo großen Raum einnahm, als das Pulver, aus welchem ſie entbunden war. Eine zahlreiche Reihe von Verſuchen hatte ihm gelehrt, daß dieſe Flüſſigkeit eine Elaſticität beſaß, wie die atmoſphäriſche Luft; daß ſie ſich, wie dieſe, nach Verhältniß des Gewichts, das auf ſie druckte, zuſammenpreſſen ließ, jedoch darin verſchieden war, daß ſie die Flamme von den Kerzen entfernte, und

z) Miſcellan. Taurinenſ. T. I et II.

und den Thieren, welche ſie einathmeten, tödtlich war. Er hatte dieſe Luft durch ſtark mit zerfloſſenem fixen Laugenſalze getränkte Leinwand oder Flor zu ſeihen verſucht; an dieſe Seihezeuge war einiger weniger kohliger Stoff vom fixen Laugenſalze und einige Spuren vom vitrioliſirten Weinſteine ſitzen geblieben; die Luft hatte durch dieſes Mittel alle nachtheilige Eigenſchaften verloren und ſchien von der gewöhnlichen atmoſphäriſchen Luft nicht mehr verſchieden zu ſeyn.

Ein anderes von Saluces gebrauchtes Mittel, der aus dem Schießpulver entbundenen Luft alle Eigenſchaften der gewöhnlichen Luft wieder zu ertheilen, beſteht darin, daß man ſie 12 Stunden hindurch in der Kälte des gefrierenden Waſſers erhält. Er verſichert, denſelben Verſuch mit einer durchs Brauſen einer Säure mit einer laugenſalzigen Subſtanz entbundenen Luft wiederholt und daſſelbe Reſultat erhalten zu haben.

Außer dieſen Verſuchen, welche weſentlich den Gegenſtand angehen, womit ſich der Graf von Saluces beſchäftigte, enthalten ſeine Abhandlungen noch viele andere, welche über die Lehre von der Verbindung der Luft in den Körpern Licht zu verbreiten geſchickt ſind. Er bemerkt, daß die durchs Brauſen entbundene Luft die Flamme mehrentheils auslöſcht; daß die durch die Verbindung des Laugenſalzes mit dem Eſſig entbundene eine Ausnahme von dieſer allgemeinen Regel mache; daß die Salpeterſäure bey der Verbindung mit dem fixen Laugenſalze im leeren Raume keine Luft erzeugt; daß die Verbindung größtentheils zerfließend bleibt, ſo lange man ſie im leeren Raume hält, aber bald anſchießt, wenn ſie einige Zeit der Luft ausgeſetzt geweſen iſt.

Ferner bemerkt von Saluces, daß das Pulver in einer Luft, von welcher Beſchaffenheit ſie auch ſeyn möge, verpuffe, man möge in derſelben haben Schwefel brennen oder Kerzen verlöſchen laſſen, oder ſie durchs Verpuffen aus einem andern Theile Schießpulver entbunden haben. Hierauf zeigt er, daß die Erſcheinungen des Knallpulvers mit denen des Schießpulvers einerley ſind, und von der Entbindung der nämlichen elaſtiſchen Flüſſigkeit herrühren. Dabey iſt aber merkwürdig, daß die Menge Luft, welche vom Knallpulver entbunden wird, viel geringer iſt, als diejenige, welche vom Schießpulver entbunden wird, woraus von Saluces ſchließt, daß die Beſchaffenheit der Erfolge nicht ſo ſehr der Menge der entbundenen Flüſſigkeit, als der ſchnellen Entwickelung derſelben entſpreche. Uebrigens glaubt der Graf von Saluces, daß die aus den Körpern entbundene Luft von ein und der nämlichen Art ſey.

Thomas Laghi [a]) hat verſchiedene Beobachtungen mit eingeſchloſſener Luft gemacht, in welcher Thiere athmen. Er nimmt als bekannt an, daß diejenige Luft, in welcher kein Licht brenne, auch allen Thieren tödtlich ſey, wie die natürlichen und künſtlichen erſtickenden Dünſte lehren; nach ſeiner Meynung war noch zu unterſuchen übrig, ob ein Thier in eingeſchloſſener Luft, in welcher eine Lichtflamme verlöſche, auch ſo bald getödtet werden würde, wie durch die erſtickenden Dünſte, indem die Flamme die eingeſchloſſene Luft ſo ſehr verderbe, daß ſie daher dem Athmen der Thiere eben ſo ſchädlich, wie der Flamme, werden müßte.

Laghi

a) Opuſc. de animalium in aëre intercluſorum interitu in Comment. Bonon. T. IV. 1757. p. 80. ſqq.

Laghi wiederholte daher den Verſuch des Hales, und fand ebenfalls, daß die Flamme einer Kerze bald unter einer Glocke verloſch, und das Aufſteigen des Waſſers eine nicht geringe Abnahme der Elaſticität bewieß.

Er erdachte nun eine Vorrichtung, Thiere in einer mit den Dünſten brennender Lichter verunreinigten Luft einzuſchließen, und bediente ſich dazu eines walzenförmigen Glaſes, in deſſen untern zwey Drittheilen das Licht brannte, welchen Raum eine bleyerne Platte abſchnitt, auf welcher das Thier ſaß. In der Platte war eine Oeffnung, durch welche das Thier, nachdem die Flamme verloſchen war, auf einmal der Wirkung der eingeſchloſſenen Luft ausgeſetzt werden konnte. Die Verſuche zeigten, daß einerley Vögel in einem gleichen Raume ſolcher Luft, in welcher ein Licht verloſchen war, eher ſtarben, als in anderer eingeſchloſſener, wobey das Fallen des Barometers auch die verminderte Elaſticität dieſer Luft anzeigte. Als Laghi mehrere Wachs- und Talglichter ſo brennen und verlöſchen ließ, erfolgte der Tod verſchiedener Thiere ſchneller, ſo wie auch das Sinken des Queckſilbers ſtärker und geſchwinder, aber nicht allemal übereinſtimmend.

Bey der Oeffnung fanden ſich gleiche Anzeigen der Urſache des Todes, ſo wie beym Sterben die Zufälle übereinſtimmend geweſen waren. Die Urſache des Todes ſchien unbezweifelt in der Lunge zu liegen. Um nun zu erfahren, was das Athmen der Thiere behindert hätte, ſtellte Laghi noch andere Verſuche mit Gewächſen an, um die Wirkung ihrer Ausdünſtung kennen zu lernen. Der Unterſchied, daß von gleich großen Tauben und Katzen unter einerley Ge-

fäßen eine auf einem friſch abgeſchnittenen Stücke eines Baumſtamms ſtand, war veränderlich. Wohlriechende Gewächſe, Majoran, Thymian, Rosmarin, Baſilicum, mit eingeſchloſſen tödteten kleine Vögel eher, wobey das Baſilicum, und hiernächſt der Thymian, ſtärkere Zuckungen bewirkten. Geruchloſe giftige Gewächſe hingegen, z. B. Aconitum Napellus L. u. ſ. beſchleunigten ihren Tod nicht. Andere ſtark riechende Subſtanzen, Biſam, Bibergeil, Kampher, Amber, ſtinkender Aſand, Benzoeblumen u. ſ. f. beförderten den Tod ebenfalls mehr oder weniger, doch der Biſam und Kampher am ſchnellſten. Das Sinken des Queckſilbers war hieben ungleich. Auch die Lichter verloſchen in einer mit ſolchen Gerüchen erfüllten Luft eher, als in der gewöhnlichen atmoſphäriſchen, welches Laghi einer zu ſtarken Schwächung der Elaſticität der Luft durch ſolche Gerüche zuſchreibt. Um nun dieſe zu beſtimmen, bediente er ſich des Muſſchenbroek'ſchen Elaterometers, und fand, daß das Queckſilber allezeit Eine oder ein Paar Linien niedriger in der Röhre ſtand, wenn ſolche Gerüche in die Phiole gebracht waren.

Zur Prüfung des angenommenen Satzes, daß alle Thiere in einer mit ſtärkerer Elaſticität verſehenen Luft länger lebten, als in einer weniger elaſtiſchen, verſuchte Laghi ferner, was die Verſtärkung der Elaſticität der eingeſchloſſenen Luft durch die Wärme vermochte; zu dem Ende ſtellte er das Gefäß, worin die Luft und ein Sperling eingeſchloſſen waren, in Waſſer, welches eine Wärme von 10 Grad nach Reaum. hatte, da ſodann der Sperling beym offenen Hahne, womit das Gefäß verſehen war, keine Stunde, beym verſchloſſenen Hahne aber 73 Minuten lebte, wor-

woraus Laghi ſchließt, daß die Elaſticität der Luft ſehr viel zur Erhaltung des Lebens der Thiere beytrage.

Endlich brachte Laghi einen dritten Sperling in ein Gefäß, über welches er eine Schweinsblaſe band, trieb ſodann durch Zuſammendruckung der Blaſe die Luft in das Gefäß hinein, und ſuchte durch abwechſelndes Drucken und Nachlaſſen der Blaſe die eingeſchloſſene Luft in ſteter Bewegung zu erhalten; der Sperling ſtarb erſt nach einer Stunde und 24 Minuten, und ſchien daher am längſten zu leben.

Aus dieſen Verſuchen zieht Laghi folgende Schlüſſe:

1. Der in der Luft befindliche verborgene Grundſtoff, welcher die Flamme nährt, ſey entweder nicht der nämliche, welcher das Leben der Thiere erhält, oder, wenn es auch derſelbe wäre, was ihm aber unwahrſcheinlich zu ſeyn dünkt, ſo erfordere die Flamme von demſelben doch weit mehr, als die Thiere, weil die zur Nahrung der Flamme untauglich gewordene Luft noch verſchiedene Stunden hindurch zur Erhaltung der Thiere geſchickt geweſen ſey.

2. Da die in der natürlichen oder vorher mit Dünſten der Lichtflamme angeſteckten Luft verſtorbenen Vögelchen nur mit einem ſchweren Athem befallen worden wären, ſo ſey kein hinreichender Grund vorhanden, anzunehmen, daß hier erſtickende Dünſte erzeugt würden, welche ſie tödteten; auch bewirke die mit eingeſchloſſene Flamme keine weitere Beſchwerde, als daß ſie die Beklemmung vermehre und den Tod beſchleunige. Die erſtickenden Dünſte hingegen griffen die Nerven an, und hiebey geſtehe er ein, daß die Kraſt der Gerüche derſelben weniger verſchieden wirke,

wie-

wiewohl dieſe nicht allein die Urſache des Todes wären. Da ferner ein eingeſchloſſenes Thier beym Sterben die Elaſticität der Luft nicht ſtärker ſchwäche, als die Lichtflamme, in letzterer aber ein friſches Thier nicht gleich ſterbe, ſo könne man den Tod deſſelben noch nicht zuverläſſig der verminderten Elaſticität der Luft zuſchreiben.

3. Mache das Thier an und vor ſich die Luft zum Einathmen nicht untauglich, ſondern ſie müſſe durch das öftere Ein- und Ausathmen in ihrer natürlichen Beſchaffenheit eine Aenderung erleiden, oder es müſſe ein ihr beygemiſchter Theil, welcher gleichſam als eine höchſt reine Nahrung von dem Thiere aufgezehrt werde, abgeſondert, und die noch rückſtändige Luft zur Unterhaltung des Lebens ungeſchickt werden. Dieß trägt jedoch Laghi nur zweifelhaft vor, und ſtimmt

4. denjenigen bey, welche gelehrt haben, daß bey der Fäulniß des Fleiſches neue Luft erzeugt und entbunden werde, indem er beobachtet habe, daß das Queckſilber im Barometer nach dem Tode der Thiere geſtiegen ſey, obgleich kein Eindringen der umgebenden Luft durch irgend eine Spalte zu vermuthen geweſen wäre.

Le Roi [b]) hat in einer Abhandlung verſchiedene Beobachtungen über die in den Mineralwaſſern enthaltene Luft gemacht, welche hier einiger Erwähnung verdienen. In einer kurzen Einleitung vergleicht er den

b) De aquarum mineralium natura et uſu, propoſitiones praelectionibus academicis accommodatae. Montp. 1756. 4. in Melanges de phyſique et de medicine. à Paris. 1772. 8. *Rozier* obſerv. ſur la phyſique. T. V. P. I. Mars 1772. p. 49.

den ſtechenden Geſchmack der Sauerbrunnen mit dem der brauſenden Trauben- und Apfelweine, und äußert die Vermuthung, daß beym Fortſchritte chemiſcher Kenntniſſe die künſtlichen Mineralwaſſer in einigen Jahren den natürlichen vorgezogen werden möchten. In dem erſten Kapitel handelt le Roi von den salzigen Mineralwaſſern, zu deren Beſtandtheilen hier auch ein elaſtiſcher Geiſt, oder vielmehr eine ſehr häufige Luft gerechnet wird; die Waſſer, welche ſolche enthalten, ſeyen im Ganzen kalt, jedoch die heißen Waſſer zu Mont d'Or und Vichy auch mit Luft geſchwängert, von welcher auch die Waſſer zu Balaruc ein wenig enthalten. Solche Waſſer erkenne man leicht an dem gelinden Geräuſche bey der Quelle, welches augenſcheinlich von Waſſertropfen herrühre, welche von der überflüſſigen Luft beym Aufſteigen in die Höhe geworfen würden, imgleichen an ihrem ſtechenden Geſchmacke, der mit der Luft verloren gehe, die man durchs Schütteln des Waſſers in einer halb oder $\frac{2}{3}$ damit gefüllten Flaſche abſondern könne, und, wenn man den Daumen auf die Oeffnung gehalten habe, nach Wegnahme deſſelben mit einem Ziſchen herausfahren höre. Man habe mit Unrecht geglaubt, daß eine flüchtige Schwefelſäure mit derſelben verbunden ſey, zu welcher viel eher der ſchädliche Dampf gehören könne, welcher bey der Quelle einiger geiſtigen Waſſer, z. B. des Pyrmonter, des zu Gabian und Beziers, aufſteige, gleiche Wirkungen, wie die bekannte Hundsgrotte, äußere, und nach Seips richtiger Bemerkung mit dem elaſtiſchen Beſtandtheile oder Geiſte der Mineralwaſſer nichts gemein habe. Es enthalten alſo die geiſtigen Mineralwaſſer außer der Luft, welche man in allen gewöhnlichen Waſſern finde, noch eine überflüſſige elaſtiſche Luft; jene könne nur vermittelſt der Luft-

pum-

pumpe ausgetrieben werden, dieſe aber entweiche bey einigem Schütteln in gelinder Wärme an freyer Luft ſehr leicht. Es müßten daher ſolche Waſſer des Morgens geſchöpft, ſorgfältig verwahrt, und bey warmen Tagen des Nachts verfahren werden; indeſſen verlören ſie doch nach Verhältniß der Entfernung des Ortes und der Zeit ihrer Aufbewahrung. Einige beſäßen ſo viele Luft, daß ſie vor dem Verſtopfen ein wenig an der Luft ſtehen müßten, wenn ſie nicht die Flaſchen zerſprengen ſollten. Solche Mineralwaſſer ſeyen ſehr gemein; ſalzige aber haben ſelten dieſe Eigenſchaft in einem hohen Grade, das Selterwaſſer, das zu St. Martin de Fenouilla und das von Hoffmann beſchriebene Antonſche ausgenommen. Säuren entbinden oder fällen die in ſalzigen Waſſern enthaltene überflüſſige Luft, und erregen ein ſtärkeres oder ſchwächeres Brauſen, nachdem ſelbige ſtärker oder ſchwächer mit derſelben geſchwängert ſind. Dieß Brauſen beweiſe alſo nicht die Gegenwart eines Laugenſalzes, und man dürfe nicht mit Hoffmann zu ſolchem ſeine Zuflucht nehmen, um gedachtes Brauſen zu erklären. Nach dem lebhaften und ſtechenden Geſchmacke der geiſtigen Waſſer zu urtheilen ſcheine die in ihnen enthaltene überflüſſige Luft bey der Schätzung ihrer Kräfte und Mängel mit in Rechnung gebracht werden zu müſſen; ſolche Waſſer berauſchten mehr als andere, und bewirkten eine Art von Trunkenheit und Neigung zum Schlafe, auch vermehrten ſie bisweilen die Beſchwerden der mit Blähungen behafteten Perſonen. Die brauſenden Trauben- und Apfelweine entſtünden durch die Zurückhaltung eines Theils der ſehr häufigen und überflüſſigen Luft, welche beym Gähren von ihnen entbunden werde, vermittelſt einer genauen Verſchließung der Gefäße, worin man ſie vollends ausgähren laſſe; auch

ahme

ahme man die geiſtigen Mineralwaſſer nach, indem man Säuren und Laugenſalze in genau verſchloſſenen Flaſchen zuſammenbringe, und folglich einen Theil der beym Brauſen weggehenden überflüſſigen Luft im Waſſer zurückhalte.

Im zweyten Kapitel, von den eiſenhaltigen Mineralwaſſern, unterſcheidet er zwey Arten: 1. Waſſer, welche ſelten vorkommen, die nämlich einen wirklichen Eiſenvitriol enthalten, von Galläpfeln ſchwarz gefärbt werden, beym Abdampfen Vitriolkryſtalle geben, an der Luft, in der Hitze, unter der Glocke der Luftpumpe und nach langem Aufbewahren eiſenhaltig bleiben, wie z. B. die Waſſer zu Paſſy, Calſabigi, Venai in Piemont, und die la Dominique genannte Quelle zu Vals; 2. viel gemeinere Waſſer, in welchen das Eiſen nicht mit der Vitriolſäure verbunden, ſondern ſo ſchwach aufgelößt ſey, daß dergleichen Waſſer durch die geringſte Hitze, durch den bloßen Zutritt freyer Luft und durch den luftleeren Raum zerlegt werden, und das Eiſen fallen laſſen, welches ſie auch in genau verſchloſſenen Gefäßen thun. Von Galläpfeln erhalten ſie eine Purpurfarbe, und durch Unterſuchung könne man nicht das geringſte Vitriol in ſelbigen finden; von dieſer Art wären die berühmten Waſſer zu Pyrmont, Spaa, Paſſy, Forges, Gabian, die la Marquiſe genannte Quelle zu Vals u. a. m. Dieſe könnten nur an der Quelle ihre völlige Kraft äußern, müßten kalt genommen werden, verlören ihr Eiſen beym weiten Verfahren oder langen Aufbewahren, und wirkten dann nur vermöge ihrer übrigen Beſtandtheile. Viele derſelben wären beträchtlich geiſtig, oder mit Luft geſchwängert, deren Menge die Stärke des ſtechenden Geſchmacks entſpreche. Sie unterſchieden

ſich

ſich durch die verſchiedene Menge des enthaltenden Eiſens und anderer ſalziger oder erdiger beygemiſchter Stoffe. Um den Eiſengehalt zu beſtimmen, dürfe man ſie nur an die freye Luft ſtellen, bis alles Eiſen niedergeſchlagen ſey, alsdenn dieſen Bodenſatz oder Eiſenſafran trocknen und wiegen. Einige Gran Eiſenfeilſpäne angefeuchtet und mit eben ſo vielen Schwefelblumen gerieben in eine Flaſche mit Waſſer gethan und nach ſorgfältiger Verſchließung derſelben an einen kühlen Ort geſtellt, ertheilen dem Waſſer in drey bis vier Tagen alle Eigenſchaften ſolcher Stahlwaſſer.

Im dritten Kapitel handelt le Roi von den ſchwefelhaltigen Mineralwaſſern, welche an dem faulen Eyergeruche erkannt werden, und wirklichen Schwefel enthalten, indem ſich bey manchen Quellen Schwefel anſetze, und die Waſſer auf Silber und deſſen Auflöſung wie Schwefelleberauflöſung wirken; man wiſſe aber ſolche bisher noch nicht zu unterſuchen, den Schwefel zu ſcheiden und beſonders darzuſtellen, weil ſolcher in denſelben ſehr flüchtig ſey, und ungemein wenig betrage; man ahme ſie durch eine Auflöſung des Schwefels im Waſſer vermittelſt einer Säurebrechenden Erde nach, dergleichen auch in den Waſſern zu Aachen und Bareges gefunden werde.

Im vierten Kapitel unterſucht le Roi ſolche Waſſer, welche nicht mineraliſch ſind.

Zu der Zeit, als der Graf von Saluces die beym Abbrennen des Schießpulvers erhaltene Flüſſigkeit einer nähern Prüfung unterwarf, bemühte ſich Cigna, einige Unterſuchungen über die Urſache der Verlöſchung der Flamme und des Todes der Thiere in ein-

eingeſchloſſener Luft anzuſtellen [c]). Cigna bemerkt, daß die Meynung, das Verlöſchen der Flamme in einem eingeſchloſſenen Raume rühre von verſchiedenen aus ſelbiger ausgehenden Dünſten her, welche von der eingeſchloſſenen Luft entweder eingeſogen werden, oder ihre Elaſticität vermindern, verſchiedenen Schwierigkeiten ausgeſeßt ſey. Denn die Flamme verlöſche ſchon in einem eingeſchloſſenen Raume, wenn das Queckſilber kaum einige Zoll in die Höhe geſtiegen ſey, da ſie doch auf dem Gipfel hoher Berge in einer viel dünnern Luft fortbrenne. Des de la Grange Verſuche mit einer einige Zoll vom Tiſche erhaben geſtellten Glocke und einer mit verſchiedenen beliebig zu öfnenden Löchern verſehenen Laterne bewieſen, daß die Flamme nicht wegen Mangel oder Einſaugung der Luft verlöſche, ſondern daß die Luft zur Erhaltung derſelben unten hineindringen und oben wieder herausgehen müſſe, und daß keine Erneuerung derſelben, ſondern eine Bewegung um die Flamme erfordert werde. Andere Verſuche zeigten, daß die bloße Bewegung der Luft um die Flamme herum zur Unterhaltung derſelben nicht hinreiche. Da alſo das Verlöſchen der Flamme in einem eingeſchloſſenen Raume weder von dem Rauche, noch von der Einſaugung oder geſchwächten Elaſticität der Luft, noch von ihrer Ausdehnbarkeit zu einer geringern Dichtigkeit und der daher entſtehenden Untauglichkeit, die Flamme um den Docht zuſammenzuhalten, herrühre, ſo ſuchte man die Meynung zu prüfen, daß die in der eingeſchloſſenen Luft enthaltene Nahrung der Flamme von der Flamme ſelbſt verzehrt werde

c) Miſcell. philoſ. math. ſoc. priv. Taurin. T. I. 1759. p. 22. ſqq.

werde, und vornämlich von Salpeterſalzen, welche in der Luft verbreitet ſind, ihren Urſprung habe. Auch dieſe Meynung wurde den Erfahrungen zu Folge für ungegründet erklärt, indem die Flamme unter einer in rauchenden Salpetergeiſt geſenkten Glocke eben ſo verloſch, als wenn ihr unterer Rand von Waſſer, oder einer andern Flüſſigkeit umgeben ward. Inzwiſchen müſſe man zugeben, daß die Luft in einem verſchloſſenen Raume von der mit eingeſchloſſenen Flamme verdorben werde, ob man gleich auf keine Art habe entdecken können, worin dieß beſtehe; denn in einer Luft, in welcher eine Flamme verloſchen ſey, verlöſche eine andere im Augenblicke, und dieſe Eigenſchaft behalte dieſe Luft auch nach der Abkühlung, daher dieß weder der lange entwichenen Hitze, noch den verdichteten Dämpfen zugeſchrieben werden könne. Auch glühende Kohlen und Metalle machen die zunächſt befindliche Luft zur Ernährung der Flamme untauglich. Es werde alſo die Luft viel mehr durch die Hitze, als durch ausdünſtende Ausflüſſe verdorben, und zwar um ſo mehr, als dieſe verdorbene Beſchaffenheit der Luft weder durch Verdichten, noch durch Seihen, noch durch irgend einen andern Handgriff habe verbeſſert oder vermindert werden können. Luft, welche durch glühende gläſerne Röhren ſtreiche, werde eben ſo verdorben, da doch glühendes Glas weder Ausflüſſe in die Luft durchlaſſen, noch eine Nahrung aus der Luft anziehen werde. Wie das Feuer aber ſolche Veränderung bewirke, bleibe noch eine Frage; daß ſolche keine Ausdehnung zu einer geringern Dichtigkeit, noch eine veränderte bemerkbare Beſchaffenheit ſey, lehre die Dauer derſelben und verſchiedene Verſuche. So ward eine mit einer ſchlaffen Blaſe verbundene Phiole geglühet, darnach umgekehrt, der Hals abgeſchlagen,

und eine hineingebrachte Flamme verloſch ſogleich. Kälte bewirke eine entgegengeſetzte Wirkung; in eine kurzhalſige Flaſche ward ein brennendes Licht geſtellt, die Oeffnung mit Wachs verſchloſſen, nachdem die Flamme verloſchen war, die Flaſche mit Eis umgeben, ſo abgekühlt und einige Stunden in dieſer Kälte erhalten, dann herausgenommen, und, als ſie wieder die Stubenwärme angenommen hatte, abermals ein brennendes Licht durch die geöfnete Mündung hineingebracht, deſſen Flamme ſich einige Zeit erhielt. Es werde daher eine anhaltende Kälte zur Verbeſſerung der von ſtarker Hitze verdorbenen Beſchaffenheit der Luſt erfordert. Wenn Feuer von außen in Gefäßen eingeſchloſſene Körper oft nicht entzünde, ſo rühre dieß daher, daß die umgebende Luft zugleich mit erwärmt, und zur Ernährung der Flamme untauglich werde. Aus Körpern gezogene künſtliche Luft löſche darum die Flamme aus, weil die Luft durch die Hitze ſo verdorben werde, daß ſie zur Nahrung derſelben nicht tauge, und die künſtliche Luft durch Feuer oder Brauſen, oder durch Fäulniß aus den Körpern entwickelt werde und daher zur Erhaltung der Flamme untauglich ſeyn müſſe. Daß zum Einathmen der Thiere ſchädliche Luft auch zur Unterhaltung der Flamme untauglich ſey, lehrten die Verſuche deutlich, jedoch ſey noch die Frage zu beantworten, ob die eingeathmete Luft in den Lungen durch die Wärme, oder durch eine andere Urſache verdorben werde. Ein Froſch ſey unter einem auf eine Metallplatte geleimten Trinkglaſe erſtickt worden, womit beynahe drey Tage verfloſſen wären; eine Stunde darnach, als er geſtorben, ſey ein Loch in die Platte gemacht, und durch ſolches ein Licht ins Glas gebracht worden, die Flamme ſey aber gleich verloſchen; es dürfe daher die Verderbung der

Luft durch darin erſtickte Thiere nicht der Wärme zu-geſchrieben werden, und beruhe nicht auf einer, ſondern mehreren bisher unbekannten Urſachen, welche die natürliche Beſchaffenheit der Luft ſo veränderten, daß ſie zur Unterhaltung der Flamme untauglich werde.

In der zweyten Abhandlung ſucht Cigna [d]) die vorgelegte Frage durch neue Verſuche umſtändlicher zu beantworten, und alle Zweifel ſo viel möglich aus dem Wege zu räumen, wozu die Erfahrung mit dem Froſche in Anſehung der vermeinten Verderbung der Luft durch die Wärme Gelegenheit gegeben hatte. Cigna war nämlich der Meynung, Luft, worin eine Flamme verloſchen wäre, würde ſo verdorben ſeyn, daß ſie eine andere gleich auslöſchte. Boyle hatte geſagt, in einer Luft, in welcher ein Thier, z. B. in 4 Minuten geſtorben wäre, würde ein anderes in drey Minuten ſterben. Cigna wiederholte dieſen Verſuch. Eine gläſerne Glocke, welche ohngefähr 16 Zoll Waſſer enthalten konnte, ward über ein anders mit Waſſer angefülltes Gefäß ſo aufgehangen, daß ſie mit dem untern Rande drey Finger breit ins Waſſer eingeſenkt war. Oben inwendig an der Glocke war eine Rolle angebracht, über welche eine Schnur gieng, die mit einem Ende an einem kleinen Käfich befeſtigt war, und mit dem andern unter dem Rand der Glocke durchs Waſſer herausgieng, vermittelſt deſſen der Käfich höher aufgezogen und ein Vogel in demſelben wieder hineingebracht werden konnte, ohne daß die eingeſchloſſene Luft verändert ward.

Man

d) Diſſ. ſur les cauſes de l'extinction de la lumière d'une Bongie et de la mort des animaux renfermés dans un eſpace plein d'air in den Melanges de philoſoph. et de mathemat. de la ſocieté R. de Turin pour l'an. 1760. 1761. p. 168. ſqq.

Man brachte einen Diſtelfinken hinein; in den erſten zwey Stunden verſchluckte er die Luft der Maaßen, daß das Waſſer ohngefähr zwey Zoll über ſeinen wagrechten Stand ſtieg; anfänglich ſchien er nicht zu leiden, aber bald nachher ward ihm das Athmen beſchwerlich, die Beängſtigung nahm zu, und nach $4\frac{1}{2}$ Stunden ſtarb er; er ward herausgethan und ein anderer hineingebracht; dieſer ſtarb innerhalb 2 Minuten und athmete gleich ſehr ſchwer, obgleich beym Hineinbringen des Käfichs einige Luftblaſen in die Glocke gekommen waren; ein dritter lebte nur eine Minute und ein vierter ſtarb in einer Sekunde. Andere Vögel wurden ebenfalls in dieſe verdorbene Luft gebracht und gleich mit heftigen Zuckungen, Erbrechen und Betäubung überfallen. Das Waſſer ſchien nach den erſten vier Stunden nicht merklich mehr zu ſteigen; wie ein Theil Waſſer ausgegoſſen ward, ſo daß die Luft in der Glocke weniger verdichtet war, fiel es wieder zu ſeinem wagrechten Stande nieder und ein kleiner Diſtelfinke lebte keine Minute in derſelben, zerſtörte aber die Elaſticität der Luft nicht weiter.

Aus dieſen Verſuchen zieht Cigna dieſe Folgen:

1. Die Luft werde durchs Athmen der Thiere ſo verdorben, daß andere Thiere in ſelbiger nicht lange leben können.

2. Die durch eine Flamme oder durchs Athmen der Thiere verdorbene Luft löſche nicht allein ein Licht aus, ſondern erſticke auch die Thiere, welche ſie einathmen, und ſey den Pflanzen, welche man in ihr einſchließe, tödtlich, wenn ſie durch Einſaugung einer andern zuvor in ihr eingeſchloſſenen Pflanze ſchon einen Theil ihrer Elaſticität verloren habe, ſo daß die letzte bleich und gelb werde und bald ausgehe.

3. Die Lebensdauer der auf dieſe Art in verdorbener Luft eingeſchloſſenen Thiere ſtehe in dem geraden Verhältniſſe der Luft und dem umgekehrten der Zahl der eingeſchloſſenen Thiere, wie Veratti ſolches wahrgenommen, jedoch aber einen Unterſchied bey den Fröſchen beobachtet habe, als welche auch bey vermehrter Zahl nicht früher ſterben, ob ſie gleich die Luft eben ſo wie andere Thiere verderben, und in dieſer, ſo zu ſagen, künſtlichen Luft nicht lange leben können.

Dieſe beſondern Erſcheinungen veranlaßten dem H. Cigna, aufs neue zu unterſuchen, in wie weit das Athmen der Fröſche nothwendig wäre. Man wußte, daß ſie in der Torricelliſchen Leere ſtarben, in dem leeren Raume der Luftpumpe an 3 Stunden betäubt wurden, ſich wieder erholten, aber in 6 bis 7 Stunden völlig ſtarben; indeſſen hatte man ſie daſelbſt nach 12 Stunden, und andere Male erſt nach 27 Stunden und ſpäter, ſterben geſehen.

Cigna hielt ſie daher erſtlich an einem Bande unter Waſſer; nach einer Stunde ſchienen ſie todt zu ſeyn, bey aufmerkſamer Beobachtung aber noch gelinde zu athmen, und zeigten ein Beſtreben, ſich vom Bande los zu machen; nach 5 Stunden ward einer, nach 6 Stunden der andere, und, weil die übrigen noch eine Bewegung zeigten, nach 7 Stunden die übrigen drey herausgenommen; erſtere fiengen an, Zeichen des Lebens zu zeigen, letztere ließen ſich nicht wieder zum Leben bringen. Dieſe Verſuche wurden im September angeſtellt, da das Reaumur. Thermometer 16 Grad unter Null zeigte.

Hiernächſt wurden welche in Luft eingeſchloſſen, einer in einem 12 Unzen Waſſer faſſenden, der zweyte in einem noch Einmal, der dritte in einem dreymal

mal ſo geräumigen Gefäße, und der vierte an freyer Luft gelaſſen; das Reaum. Thermometer ſtand auf 20 Grad. Nach 48 Stunden lebten noch alle, aber nach 60 Stunden waren ſie wirklich todt und ließen ſich nicht wieder zum Leben bringen; man fand kein Zeichen eines behinderten Athems.

Es wurden daher abermals Fröſche, einer in ein mit Waſſer angefülltes Glas, drey mit Waſſer und etwa 20 Unzen Maas Luft, einer in eben ſo vieler Luft ohne Waſſer eingeſchloſſen, und einer an friſcher Luft gelaſſen; das Reaum. Thermometer ſtand 15 Grad unter Null; nach 15 Stunden lebten noch alle, nach 20 Stunden waren die drey geſtorben, nach 63 der im Waſſer, nach 28 der in der Luft allein eingeſchloſſene, und der in freyer Luft befindliche lebte noch am 5ten Tage, wiewohl matt.

Bey der Wiederholung der Verſuche lebten von den dreyen zuſammen im Waſſer eingeſchloſſenen einer nur 20, der andere 30 und der dritte 35 Stunden, alſo zuſammen nicht über 85 Stunden, der in Waſſer allein eingeſchloſſene ſchien nach 65 Stunden todt zu ſeyn, lebte aber wieder auf, wie das Gefäß geöfnet ward, der ohne Waſſer eingeſchloſſene ſtarb in 24 Stunden und der an freyer Luft gelaſſene lebte noch am 10ten Tage.

Die mit Waſſer eingeſchloſſenen giengen gleich zu Boden, und kamen nur mannichmal herauf, um zu athmen; dieß geſchah nach und nach öfter, endlich ſchwammen ſie oben, athmeten beſtändig fort, zuletzt heftig, da ſie faſt nicht mehr ſchwimmen konnten und mit Zuckungen befallen wurden, welche die ohne Waſſer eingeſchloſſenen nicht bekamen, deren Athmen auch nicht merklich erſchwert zu werden ſchien.

Aus dieſen Verſuchen ſchließt Cigna, daß die im Waſſer eingeſchloſſenen Fröſche nur nach Verhältniß der in dem Gefäße enthaltenen Luft leben, und daſelbſt, wie die übrigen Thiere, durch Erſchwerung des Athmens ſterben, beſonders da ſie wieder auflebten, wenn man ihnen kurz vor dem Tode friſche Luft gab; auch ſchließt er aus ihrem ſchnellern Abſterben in eingeſchloſſener, als in freyer Luft, und dem frühern Tode bey größerer Anzahl, daß ihr Tod von etwas anderm als der eingeſchloſſenen Luft herrühre, und ihr Leben im Verhältniſſe der Menge der Luft ſtehe.

Hiernächſt bemerkt Cigna, daß die Dauer des Brennens der Lichter, wenn ſolche gleich groß ſind und gleich brennen, wie das Leben der Thiere, im verkehrten Verhältniſſe ihrer Zahl ſtehe, und führt dabey einige von Hales angeſtellten Verſuche an. Ueberhaupt zeigt er, daß die Menge der verſchluckten Luft der Größe der Flamme hinreichend entſpreche und beſtärkt dieß durch die Uebereinſtimmung der Abnahme der Kerzen am Gewichte mit dem Volumen des innern Raums im Gefäße, wobey er zugleich die Erfahrung des Beccaria anführt, daß vom Zinn und Bley in zugeſchmolzenen Gläſern nur ein Theil habe verkalkt werden können, welcher dem innern Raume des Gefäßes entſprach.

Hierauf wollte Cigna den Einfluß der verſchiedenen Dichtigkeit der Luft verſuchen, und nahm daher eine Flaſche, welche 50 Pfund Waſſer hielt, und deren Hals mit einem kupfernen Deckel verſchloſſen und mit zwey Röhren verſehen war, von welchen eine an die Luftpumpe gebracht, und die andere mit einem zugeſchmolzenen und mit Queckſilber gefüllten gläſernen Heber verbunden ward, deſſen Stand die Dichtigkeit

der

der Luft in der Flaſche zeigen ſollte; ein Sperling ward hineingethan und die Luft ſo weit ausgezogen, bis das Queckſilber 16 Zoll und 10 Linien über ſeinem wagrechten Stande geſtiegen war; er erbrach ſich, bekam Zuckungen, wobey das Queckſilber nach und nach um $4\frac{1}{2}$ Linien höher ſtieg, aber bey Einlaſſung der Luft in die Flaſche um 3 Zoll wieder fiel; ein anderer Sperling lebte 70 Minuten, da die Ausleerung nur ſo weit getrieben war, daß das Queckſilber 13 Zoll 5 Linien höher ſtand, welches bey ſeinem Tode noch um 7 Linien höher geſtiegen war; bey einem dritten ward der Luft ihre natürliche Dichtigkeit gelaſſen, da der Vogel $3\frac{1}{2}$ Stunden lebte und das Queckſilber nach ſeinem Tode $1\frac{1}{2}$ Linie geſtiegen war. Dabey bemerkt Cigna, die Luftmengen haben ſich wie 128, 169, 330 d. i. wie 3, 4, 8, und die Lebensdauer wie 35, 70, 210 d. i. wie 1, 2, 6 verhalten, daß folglich die Lebensdauer mit der Luftmenge nicht im Verhältniſſe iſt, ſondern eine gleiche Menge dichterer Luft das Leben länger erhalte, als eben ſo viel dünnere ausgedehnte. Boyle's ähnliche Verſuche mit Mäuſen beweiſen, daß unter übrigens gleichen Umſtänden die Abnahme der Elaſticität der Luft bey zunehmender Dichtigkeit ſtärker erfolge, und die Verminderung der Menge dem Verhältniſſe der Abnahme ihrer Dichtigkeit folge, auch die Elaſticität friſcher nach dem Tode der Thiere eingeſchloſſener Luft ebenfalls vermindert werde. Aehnliche Verſuche habe Hales mit Kerzen angeſtellt und einerley Erfolge bemerkt. Wenn ferner eine gleiche Luftmenge bey größerer Dichtigkeit Thieren weniger ſchädlich ſey und Lichter ſpäter auslöſche, ſo werde begreiflich, warum 522 Zoll Luft, welche bey natürlicher Dichtigkeit das Athmen eines Menſchen höchſtens $2\frac{1}{2}$ Minute unterhalten, es in der Taucherglocke an 5

Minuten unterhalten können; warum es die Luft deſto länger vermöge, je tiefer die Glocke eingeſenkt und je ſtärker ſie durch den Druck des Waſſers zuſammengepreßt ſey, indem nach Deſaguliers die Zeit, welche die Verderbung der Luft erfordere, von dem Maaße derſelben abhange, wie dicht ſie auch ſeyn möge. Ferner folge aus dem Geſagten, daß die dünnſte Luft beym Leben der Thiere und dem Lichte, nicht wegen ihrer Verdünnung, ſondern darum ſchädlich ſey, weil ſie alsdann eher verdorben werde.

Um mit größerer Gewißheit zu erfahren, was für eine ſtarke Verdünnung Thiere vertragen könnten, that Cigna einen Sperling in eine gläſerne Flaſche, verſchloß ſie genau mit feuchter Blaſe, brachte ſie nebſt einem andern Sperling unter die Glocke der Luftpumpe und leerte dieſe aus, bis das Queckſilber im Heber auf 19 Zoll ſtieg, ließ dann ſo viele Luft in die Glocke hinein, daß es bis auf 2 Zoll fiel, pumpte wieder eben ſo viele Luft heraus, und fuhr ſo eine halbe Stunde fort, daß alſo beyde Sperlinge in ſo verdünnter Luft blieben, welche das Queckſilber kaum $7\frac{1}{2}$, höchſtens $9\frac{1}{2}$ Zoll hoch halten konnte, nur daß der eine immer dieſelbe, der andere aber alle Augenblicke friſche Luft einathmete; dieſer erbrach ſich gleich, athmete kurz und oft, befand ſich aber nachher wohl, und war, wie er nach einer halben Stunde herausgenommen ward, friſch und geſund; jener ward engbrüſtig, bekam Zuckungen und ſtarb kurz nachdem er herausgenommen war.

Cigna ſchließt hieraus, daß die Luft in der Glocke, auch bey einer ſtarken Verdünnung, zum Athmen und zur Erhaltung des Lebens der Thiere nicht untauglicher werde, wenn man ſie nur erneuere; jedoch

doch aber Thiere ehe eine dichtere, als dünnere, Luft vertragen, wie das Beyſpiel der Taucherglocke lehre. Vergleiche man ferner dieſe Erſcheinungen mit denen, welche die Ausdünſtung der Flüſſigkeiten in einem eingeſchloſſenen Raume zeige, ſo finde ſich eine genaue Uebereinſtimmung, indem dieſe 1. nach und nach abnehme und endlich ganz aufhöre, 2. unter übrigens gleichen Umſtänden nach Verhältniß der innern Räume der Glocken daure, 3. in verdünnter Luft ſchneller vor ſich gehe und die Glocke ehe mit Dämpfen fülle, ſo daß die Zeit dieſer Anfüllung in größerm Verhältniſſe, als die Dichtigkeit der Luft, abnehme, wie auch in der Luft eingeſchloſſene Lichter und Thiere anfänglich nach und nach ermatten und zuletzt erſterben, friſche in der nämlichen Luft gleich erſtickt werden, beyde in gleich dichter Luft nach Verhältniß der eingeſchloſſenen Menge dauren und bey gleicher Menge in dünnerer Luft ehe vergehen.

In Anſehung der Dünſte bemerkt er, daß ſie zwar im eingeſchloſſenen Raume Lichter verlöſchen und Thiere erſticken; er wage aber noch nicht, ihre Beſchaffenheit und die Eigenſchaft, vermöge welcher ſie eigentlich ſchädlich wären, nämlich durch Zuſammenpreſſung neuer Dünſte oder Veränderung der phyſiſchen oder mechaniſchen Eigenſchaften der Luft, zu beſtimmen, und verſpricht hierüber neue Verſuche anzuſtellen.

Wenn Dünſte den Flammen nachtheilig ſind, ſo frage es ſich, warum über glühende Metalle, ja Glas, hinweggeſtrichene Luft ein Licht auslöſche? und warum die Luft in einer Glocke zur Erhaltung der Flamme deſſelben untauglich werde, wenn man den Wänden der Glocke Feuer nahe bringe? Denn ſo habe glühendes Glas an die untere Mündung einer mit drey ſenk-

rechten Löchern verſehenen Glocke gebracht das in derſelben brennende Licht nicht durch eine Verderbung der Luft, ſondern durch Ausdehnung derſelben vermöge der Hitze ausgelöſcht, indem der Verſuch nicht gelinge, wenn man den Strom der dadurch bewirkten Luftwelle auf das Licht hindere. In Anſehung der zweyten Erfahrung aber ſey er noch ungewiß, ob die Ausdünſtungen des Feuers nicht durch die ſehr dünnen Wände der Glocke oder einen Riß derſelben gedrungen, oder ſonſt ein Irrthum vorgegangen ſey, weil es nachher mit einer dicken Glocke nicht habe gehen wollen, und die wahrgenommene Unfähigkeit der ſelbſt durch kalte Thiere verdorbenen Luft zur Erhaltung der Flamme habe in ihm Zweifel gegen ſeine erſte Meynung erregt; überdem bemerke Deſaguliers, daß die über glühende Metalle wegſtreichende Luft nicht verdorben werde, wofern ſie nicht durch Dünſte der Metalle ſelbſt oder der Kohlen angeſteckt werde, und er habe wahrgenommen, daß Luft, welche viele Monate in einer Flaſche eingeſchloſſen geweſen war, die auf einem heißen Ofen geſtanden hatte, keine ſchlimme Beſchaffenheit erhalten habe. Die übrigen Einwürfe gegen die Theorie der Dünſte ſeyen von geringerer Wichtigkeit.

Erwäge man die Erſcheinungen bey der Veränderung der Elaſticität der Luft durchs Athmen der Thiere, ſo werde noch mehr erhellen, daß Dünſte die Urſache ihrer Erſtickung wären. Sie verminderten jene Elaſticität, indem ſie ſich ſo ſtark an die Lufttheilchen hiengen, daß ſie ihre Kraft, einander zurückzuſtoßen, verminderten; daher verminderten ſie die Elaſticität der Luft anfänglich ſehr, und hernach weniger, ſo wie ſolche zur Aufnahme mehrerer untauglicher werde, bis ſie völlig geſättigt wären; friſche in die Glocke

geleitete Luft nehme von neuem an Elaſticität ab; daher verliere die mit Dünſten geſättigte Luft nicht von derſelben, wenn ſie in einen leeren Raum gelaſſen, oder mit Luft, die ebenfalls mit Dünſten geſättigt ſey, gemiſcht werde, ſcheine aber bey der Miſchung mit reiner Luft zu verlieren, weil ſie die Elaſticität dieſer durch ihre Dünſte vermindere; daher ſchienen einige Körper, welche im erſten Falle Luft geben, in reine und natürliche Luft eingeſchloſſen ſolche einzuſaugen, weil die Abnahme der Elaſticität der in den Dünſten eingeſchloſſenen Luft nach dem Verhältniſſe des Zuwachſes der Luft zunehme; daher ſchienen, nachdem eine oder die andere Urſache das Uebergewicht behalte, gewiſſe Körper in eingeſchloſſener Luft bald welche aus ſich zu entwickeln, bald ſie einzuſaugen. Demnach ertheilten die Körper, welche die Elaſticität der mit ihnen eingeſchloſſenen Luft anfänglich verminderten, derſelben einen Zuwachs, ſobald ihre Elaſticität nach ihrer Sättigung mit den Dünſten nicht mehr abnehmen könne.

Dieſe Erſcheinungen wären mit denen, welche die in der Luft eingeſchloſſenen Thiere zeigten, ſehr übereinſtimmend; ihr Athmen vermindere anfänglich die Elaſticität der Luft, darnach langſamer, und endlich, wenn ſie mit Dünſten geſättigt ſey, nicht mehr; friſche zugelaſſene Luft miſche ſich mit den Dünſten und verliere wieder an Elaſticität; die Verminderung hänge nicht von der Zahl der eingeſchloſſenen Thiere ab, weil ſie die Luft doch nur auf eine gewiſſe Stufe mit Dünſten ſättigen, folglich nicht weiter vermindern können; in ſolcher ſchon geſättigter Luft eingeſchloſſene Thiere ſterben gleich, ohne ſie merklich weiter zu vermindern, ja ſie geben ihr vielmehr kurz vor ihrem Tode einen Zuwachs, wenn ſie darin eine Zeitlang leben können.

Da

Da die von den Thieren entweichenden Dünſte das Vermögen beſitzen, die Elaſticität der Luft, womit ſie ſich miſchen, zu vermindern, ſo haben einige Phyſiker unrichtig behauptet, daß ſolche Verminderung von der Einſaugung der Luft herrühre, oder ſelbige ins Blut übergehe; denn im letztern Falle müſſe ſonſt eben ſo viel durch die Lungen, oder einen andern Weg, wieder fortgehen, viele Thiere mehr Luft einſaugen, Thiere die Elaſticität ausgedehnter Luft nicht vermindern und dieſe Luft, beym Weggehn aus dem Blute und andern Feuchtigkeiten, die Elaſticität der umgebenden vermehren, welches alles nicht geſchehe.

Den allgemeinen Geſetzen zu Folge vermindern eingeſchloſſene Pflanzen ebenfalls die Elaſticität der Luft durch ihre Dünſte und vor ihrem Verwelken ſo ſehr, daß eine friſche Pflanze in ſelbiger auf einmal hin ſtirbt, ohne ihre Elaſticität weiter zu vermindern.

Die Erſcheinungen bey der Verminderung der Elaſticität der Luft durch die Flamme ſeyen von den vorhergehenden ſehr verſchieden; anfänglich nehme ſie ſehr zu und nachher erſt ab, dann aber immer mehr, bis die Flamme verlöſche; je mehr brennende Lichter unter einer Glocke geſtellt werden, oder vielmehr, je größer ihre Flamme ſey, deſto ſtärker vermindere ſie ſelbige, und gleiche Kerzen unter ungleichen Glocken beynahe gleich, daß folglich die Einſaugung der Luft dem Umfange der Flammen, und nicht ihrer Zahl, nach der Luftmenge, entſpreche; daher ſchwäche eine Flamme die Elaſticität der Luft eben ſo ſehr, als die bereits durch Ausdünſtungen verdorbene, ob ſie gleich in letzterer früher verlöſche und kaum $\frac{1}{3}$ der Zeit daure; ja ſie vermindere die Elaſticität einer mit heißen Dämpfen angefüllten Luft über die Hälfte ſtärker, ihre Zeitdauer

dauer ſey aber viel kürzer, ſo daß ſolche Verminderung der Ausdehnung der Luft zugeſchrieben werden müſſe; die am wenigſten ausgedehnte Luft werde verdichtet, und daher ſcheine ihre Elaſticität in gleichem Verhältniſſe mit der Wärme abzunehmen.

Um dieſe Wirkungen gehörig zu unterſcheiden ward ein brennendes Licht auf einem Leuchter in ein Gefäß voll Waſſer geſtellt, eine Glasglocke darüber gedeckt, das Waſſer vermittelſt eines Hebers mit dem äußern gleich hoch gebracht, dann der Heber ins Waſſer geſenkt, um das Steigen des Waſſers zu bemerken, welches mit der Abnahme der Flamme anfieng, beym Verlöſchen derſelben ſtärker zunahm, und noch nachher fortfuhr, bis die Luft abgekühlt war, da alsdann Cigna den höchſten Stand bemerkte; bey der Wiederholung dieſes Verſuchs ward das Licht an dem Arm des Hebers befeſtigt, welcher unter die Glocke kam, ſo daß, wie ſolcher ins Waſſer geneigt ward, auch gleich das Licht einſank und verloſch, damit das Verlöſchen gleich auf die Hemmung der Gemeinſchaft der äußern Luft mit der in der Glocke eingeſchloſſenen erfolgen möchte, und das Waſſer ſtieg ebenfalls mit einem deſto geringern Unterſchiede, je gleicher die Flammen waren; woraus Cigna ſchließt, daß die Flamme eines Lichts die Elaſticität der Luft faſt gar nicht vermindere und das Steigen des Waſſers in der Glocke vielmehr von der Verdichtung der zuvor durch die Wärme ausgedehnten Luft herrühre, und man ohne Unterſcheidung dieſer zweyerley Wirkungen nie werde entſcheiden können, ob die Flamme die Elaſticität der Luft mehr oder weniger, als in ihr eingeſchloſſene Thiere, ſchwäche.

Ferner

Ferner bemerkt Cigna: Phosphor, welcher durch ein Brennglas unter einer Glocke, oder durch außen angebrachte Hitze in einem verſchloſſenen Gefäße angezündet werde, vermindere die Elaſticität der Luft; auch der Selbſtzünder thue dieß, indem er ſich unter der Glocke von ſelbſt entzünde, und das nämliche erfolge, wenn der ſchon kalt gewordene Schwefeldampf von neuem wieder erhitzt werde; die durch die Flamme des Schwefels oder jede andere Flamme bewirkte Verminderung der Elaſticität dauere 20, ja 30 Stunden nach ihrer Verlöſchung; auch ſchwäche ſie Schwefel, oder jeder andere entzündliche Stoff, wenn er unter einer Glocke durch ein Brennglas angezündet werde; daß folglich gewiſſe, und zwar die gewöhnlichſten, Flammen ſie vermindern; daß nach der Verſchiedenheit der Stoffe, welche ſie nähren, gewiſſe Flammen dieß thun und andere friſche Luft geben, beweiſe Hales Erfahrung, da bey der Deſtillation einige entzündliche Körper die Elaſticität der Luft verminderten und andere eben ſo entzündliche, ja ſogar Oele, viele Luft gaben.

Aus dem obigen folge, daß die durch die Dünſte der Flammen bewirkte Verminderung der Elaſticität viel geringer ſey, als diejenige, welche von der Abkühlung und Verdichtung der Luft herrühre; denn der Schwefel ſchwäche ſie weniger beym Deſtilliren, als beym Abbrennen; 2 Gran Phosphor ſo angezündet und unter eine Glocke geſchloſſen ſaugen 28 Zoll Luft ein, da ſie hingegen in einem bedeckten Gefäße durch außen angebrachtes Feuer angezündet nur 13 verzehren, daß folglich das Meſſen gedachter Verminderung durchs Steigen des Waſſers oder Queckſilbers in einer Röhre ſehr unvollkommen ſey. Dieſe

Ver-

Verminderung werde nicht vermittelſt Flammen durch Einſaugung der Luft bewirkt, ſondern vielmehr durch von ihnen ausgeſtoßene Dünſte, welche die zurückſtoßende Kraft der Lufttheilchen, mit welchen ſie ſich miſchen, vermindern; denn nach Hales Bemerkung bleibe nur beym Verbrennen des Schwefels eine trockne aller Luft beraubte Erde übrig.

Nachdem nun Cigna bewieſen hat, daß es vorzüglich die Dünſte ſeyen, welche die Flamme und Thiere in eingeſchloſſener Luft auslöſchen und erſticken, ſo geht er zu der Unterſuchung über, ob ſolche allezeit einerley ſind, und führt zuvörderſt Papins, Laghis u. a. Erfahrungen an, daß eine durch Licht verdorbene Luft, wenn gleich ein anderes Licht in ihr augenblicklich verlöſche, doch Thieren nicht allemal, ſondern nur nach Beſchaffenheit des Brennmaterials ſchädlich ſey, welches die Flamme genährt habe; es müßten alſo die Dünſte, welche letztere auslöſchen, von denen verſchieden ſeyn, welche die Thiere erſticken; demnach müßten die Flammen, wenn ſie letzteres bewirken, beyderley Dünſte ausſtoßen, deren Verſchiedenheit bey den Kohlen bemerklich ſey. Dieſe Dünſte ſchienen in der geathmeten und der durch die Zerlegung verſchiedener Körper oder durch die Fäulniß bewirkten künſtlichen Luft beyſammen zu ſeyn. Diejenigen Dünſte, welche zur Unterhaltung der Flamme und des Lebens untauglich wären, ſeyen nicht der Rauch, weil die Luft nach deſſen Zertheilung verdorben bleibe und beym Durchgange durch verſchiedene Flüſſigkeiten, welche den Rauch zurückhalten, nicht verbeſſert werde, weil ferner auch Flammen ohne Rauch, wie z. B. vom ſtärkſten Weingeiſte, in eingeſchloſſener Luft endlich verlöſchen, und weil der Rauch verbrennlicher Körper die Flamme nicht

auslöſche, ſondern ſelbſt entzündlich ſey. Das Verlöſchen der Flamme in der eingeſchloſſenen Luft bewirke alſo nicht die Materie des Feuers, ſondern vielmehr der durch dieſe mittelſt des durch die Wirkung des Feuers veränderten Stoffs ausgeſtoßene Dunſt. Die Dünſte, welche die Thiere erſticken, rühren gewiß vom Athmen her, weil die Wände, der Behälter davon, nach dem Tode der Thiere beſchlagen, und bey ihrer Oeffnung ein unangenehmer und ſchädlicher Geruch herausgeht. Dieſe Dünſte ſeyen nicht bloß wäſſerig, weil ſie die Elaſticität der Luft mindern, welches jene nicht thun, auch die gemeine Luft oft mehr Waſſer enthalte, als geathmete, ohne darum ſchädlicher zu ſeyn. Der Dunſt, welcher die in der Luft eingeſchloſſenen Thiere erſticke, komme einer faulen Ausdünſtung ſehr nahe, und ſcheine ſehr viel flüchtiges Laugenſalz zu enthalten; Laghi habe eine ſchnellere Erſtickung derſelben von dem Dampfe eines aus dem Blute gezogenen ähnlichen Salzes beobachtet; er ſelbſt habe ein brennendes Licht in einer mit Dämpfen vom Salmiakgeiſte geſättigten Luft eingeſchloſſen, und bemerkt, daß alle eingeſchloſſ ne Luft entzündet ward, auch habe er den nämlichen Erfolg am Dampfe einer Schwefelgeiſttinktur wahrgenommen. Dagegen werde Luft, welche zum Athmen gedient habe, nicht entzündet, ſondern löſche die Flamme aus, weil die Dünſte, durch welche ſie verdorben ſey, von den Ausdünſtungen des flüchtigen Salzes verſchieden, oder mit andern ihrer Entzündung widerſtehenden und die Flamme verlöſchenden gemiſcht ſey, daß folglich die Zuſammenſetzung des flüchtigen Laugenſalzes einen fetten Stoff erfordere. Daraus könne man auch einſehen, warum Dämpfe fauler Körper zuweilen entzündlich wären, und ein Stoff, welcher an die Stelle des verflogenen flüchtigen

Lau=

langenſalzes trete, oder mit ihm gemiſcht werde, die Flamme auslöſche. Luft, die mit ſolchen Dünſten geſchwängert worden, ſey bisweilen verſchiedene Monate nach ihrer Sättigung noch entzündet worden, daß folglich ſolche Dünſte, wenn ſie in der Luft vertheilt wären, ihr lang adhärent blieben; eine durch eine Flamme oder durchs Athmen verdorbene Luft behalte dieſe ſchlimme Beſchaffenheit auch lange. Uebrigens gebe es ſehr verſchiedene den Thieren ſchädliche Dämpfe; Hawksbee's, Deſaguliers und Laght's Erfahrungen bewieſen, daß die Dünſte vieler Pflanzen ſie tödten, wie auch viele Körper bey ihrer Zerlegung eine tödtliche künſtliche Luft lieferten; dieſe giftigen Ausdünſtungen wären bald leichter, bald ſchwerer, als die Luft; bisweilen unterbrächen ſie den Schall; einige beſäßen einen ſtarken Geruch, andere wären geruchlos.

Endlich wendet ſich Cigna zur Erklärung, warum die in ein und derſelben Luft angehäuften und vereinigten Dünſte von Flammen und Thieren beyden gleich ſchädlich ſeyen, und fängt mit den Pflanzen an. Er habe bereits erwieſen, daß die Elaſticität nicht die Urſache des Verlöſchens der Flamme ſey, ſondern die einmal mit Dünſten einer Flamme geſättigte Luft hindere den Ausbruch friſcher Dünſte, welche das Brennmaterial bey ſeiner Verzehrung hergeben müßte, wie ſolches bey allen Verdunſtungen geſchehe, deren übrige Erſcheinungen auch den Erſcheinungen der in eingeſchloſſener Luft verlöſchenden Flamme ſehr wohl entſprächen. Beynahe aus eben der Urſache ſterben Pflanzen im nämlichen Falle ab; ſie vermindern die Elaſticität der Luft anfänglich ein wenig und fangen an welk zu werden, und nach ihrer Verwelkung ſterbe

eine friſch hineingebrachte Pflanze gleich ab, ohne jene Elaſticität mehr zu vermindern; die Dünſte, welche ſolche Verminderung bewirken, werden alſo zurückgehalten, mithin werde die Abnahme der Elaſticität geringer und die Pflanzen welk, bis ſie abſterben und jene Abnahme aufhöre; die Ausdünſtungen ſeyen den Pflanzen nothwendig, damit ſie durch ihre Wurzeln friſche Säfte anziehen können, von welchen ihr Leben abhange, daher einzelne Bäume ihre Zweige mehr ausbreiten und im Walde nahe an einander ſtehende Bäume ſchlanker aufwachſen.

Nicht ſo leicht ſey es zu erklären, warum die eingeſchloſſene Luft den Thieren ſchädlich ſey. Daß die Dünſte nicht durch die Verminderung der Elaſticität der Luft ſchaden, ſey leicht zu erweiſen, weil die in einer durch die Ausdünſtungen anderer Thiere verdorbene Luft hineingebrachten Thiere eben ſowohl ſterben, wenn man auch hinlängliche Luft zur Wiederherſtellung des Gleichgewichts in die Glocke gehen laſſe, oder der auf ſolche Art ausgedehnten Luft ihre natürliche Dichtigkeit durch zugegoſſenes Waſſer wieder gebe. Ja ein in eine ſolche Glocke gebrachter Vogel ſey geſtorben, ohne daß der Stand des Queckſilbers in einem Heber wäre verändert worden, daher er vermuthet habe, daß Luft durch eine Oeffnung habe hineinkommen können, wie denn auch in ſelbiger ein Vogel ein wenig länger gelebt habe; da nun hier die Luft nicht vermöge ihrer Elaſticität, ſondern vermöge ihrer Schwere gewirkt habe, ſo ſey die Verminderung der erſten durch die Dünſte nicht die Urſache des Todes der Thiere. Von Haller habe erwieſen, daß ein anhaltendes Athmen der Thiere aus eben der Urſache tödte, als die Luft, in welcher ſie eingeſchloſſen ſeyen; auch währe das Einathmen kürzer in einer dünnen

nen und früher, länger aber in einer dichten und ſpä⸗ter verdorbenen Luft; indeſſen müſſe beym Athmen in freyer Luft die in den Lungen befindliche Luft elaſtiſch genug ſeyn, um derjenigen, welche den Eingang der Luftröhre berühre, das Gleichgewicht zu halten; daher vermindere ſich die Elaſticität, und die in der Luft ein⸗geſchloſſenen Thiere könnten nicht durch die Verminde⸗rung ihrer Elaſticität erſtickt werden. Gienge die verdorbene Luft durch die Lungen, ſo würde eine andere Einrichtung ſie zum Einathmen untauglich machen; indeſſen habe er in der Luft erſtickte Kaninchen geöffnet, die Bruſthaut überall dicht an den Lungen liegend ge⸗funden, und bey der Oeffnung unter Waſſer keine Luftblaſen aufſteigen ſehen.

Es wären alſo die phyſiſchen Urſachen der Erſtik⸗kung der Thiere durch eine verdorbene Luft: 1. die Ab⸗nahme und die endlich gänzlich aufhörende Ausdün⸗ſtung, welche durch die nämlichen Dünſte gehemmt werde, die die Luft ſchwängern und gleichſam ſättigen, weil friſch eingeſchloſſene Thiere die Elaſticität der Luft nicht mehr vermindern können, daher man auch beym Uebergange aus einer neuen in eine verdorbene Luft, wenn ſolche auch kälter ſey, eine Wärme beſon⸗ders am Geſichte empfinde. Inzwiſchen ſcheine ihnen die Ausdünſtung nicht unbedingt nothwendig zu ſeyn, ſo daß ihre Hemmung ſo ſchnell tödten ſollte, weil an⸗dere Ausleerungen ſie erſetzen könnten, und Thiere lange genug in einer verdichteten Luft lebten und ſich wohl befänden. 2. Werde das Nervenſyſtem durch die Anhäufung der Dünſte gereizt, daher die Luftröh⸗renäſte und Lungen ſich zuſammenziehen, und der Luft, welche ſie ausdehnen ſoll, nicht weichen wollen. So erkläre Boerhaave die Wirkung der Schwefeldäm⸗

pſe, und Sauvages ſchreibe das nämliche Vermögen einem gewiſſen faulen, jedoch Geruch- und Geſchmackloſen Dunſte zu, da doch ſolche Erſcheinungen wahrſcheinlicher den Dünſten zugeſchrieben werden, mit welchen die zum Einathmen gebrauchte Luft angeſteckt ſey, die nach Laghi ſo unangenehm riechen, daß ſie einem die Luft benehmen. Dieſe Meynung erhalte auch dadurch viel Wahrſcheinlichkeit, weil die in ſolcher verdorbenen Luft eingeſchloſſenen Thiere beſchwerlich athmeten. Alles dieß rühre nach obigen Gründen nicht von der Abnahme der Elaſticität der Luft her, ſondern vom verſtärkten Widerſtande der Lungen. Auch habe Boyle gefunden, daß eine Verdichtung der Luft das Athmen der Thiere nicht erleichtert habe; ferner habe Hales bemerkt, daß ein Hund, an deſſen Luftröhre eine Blaſe voll Luft befeſtigt worden, beſchwerlich geathmet, aber ſich nach einem Druck der Blaſe erholt habe, welches nicht zu verwundern ſey, da im erſten Falle alle Kraft der in die Lungen dringenden Luft von der Erweiterung der Bruſt abgehangen habe, im letztern aber der angebrachte Druck ihr zu Hülfe gekommen ſey. Hieraus erſehe man, warum Hales durchs Athmen einer vermöge einer Blaſe in einem biegſamen Behältniſſe zurückgehaltenen Luft ein Gefühl einer Erſtickung empfunden habe, und ein Hund, an deſſen Luftröhre eine Blaſe angebracht worden, wirklich erſtickt ſey; warum Thiere in Behältern ſterben, welche mit feuchten Blaſen zugebunden ſind, obgleich die äußere Luft dieſe ſo hinein drucken müſſe, daß die in denſelben enthaltene Luft mit ihr beſtändig im Gleichgewichte ſtehe; warum Thiere in einer verdichteten Luft ſterben, obgleich ihre Elaſticität weit größer, als die der natürlichen iſt; warum ſie ebenfalls in natürlicher eingeſchloſſen ſterben, ob-

gleich

gleich das Queckſilber im Barometer weniger falle, als bey Veränderung der Witterung; warum ſie ſich dagegen in der dünnen Luft auf den Gipfeln der Berge, ja in der durch Luftpumpen verdünnten, wenn ſie nur erneuert werde, wohl befinden; warum ſie endlich durch Schwefeldämpfe und künſtliche Luft erſtickt werden, und zwar ſchneller als im luftleeren Raume, da die freye Luft doch die Lungen durch ihre Schwere, und nicht durch ihre Elaſticität, ausdehne, dieſe Dünſte aber, wie das Barometer beweiſe, die Schwere nicht vermindern können.

Der einzige ſcheinbare Unterſchied zwiſchen geathmeter und mit erſtickenden Dünſten geſchwängerter Luft ſey, daß jene keine Zuckungen bewirke; dieß ſcheine aber daher zu kommen, daß bey der allmählichen Verderbung der Luft durchs Athmen ſich die in ihr eingeſchloſſenen Thiere dazu gewöhnen, oder ſchwächer werden, indem Thiere, die man in eine ſchon durchs Athmen anderer Thiere verdorbene Luft bringe, unter ſchrecklichen Zuckungen ſterben, ja ſolches in reiner natürlicher Luft geſchehe, wenn die Glocke ſo enge ſey, daß die in ihr befindliche Luft bald verdorben werde. Da nun die ſchädliche Eigenſchaft der Luft in beygemiſchten Dünſten beſtehe, ſo ſey es kein Wunder, daß ſolche Luft gleich ſchädlich ſey, nach welcher Richtung ſie auch bewegt werde; ja die Dünſte ſeyen ſo mit der Luft vereinigt, daß man ſie mittelſt des Durchlaſſens durch verſchiedene Flüſſigkeiten nicht von denſelben habe befreyen können; eine heftige Kälte habe dieſen Erfolg eher durch Verdickung der Dünſte bewirkt. Wenn man die Beſchaffenheit dieſer Dünſte kennte, ſo möchte man vielleicht eine Flüſſigkeit finden, welche ſie einſaugen würde, beſonders wenn man die verdor-

bene Luft durch ſie gehen ließe, oder einen andern Kör-
per entdecken, deſſen wohlthätige Ausdünſtungen dieſe ſchädlichen Dünſte verjagten oder ſich mit ihnen vermiſchten, und ihre Schädlichkeit vernichteten. Aber bis dahin habe man darüber noch keine Entdeckungen gemacht, kenne aber ein anderes Mittel, die Luft zu reinigen, welches zwar nicht sehr anwendbar ſey, jedoch zum Beweiſe viel beytrage, daß die Schädlichkeit von Dünſten herrühre; dieſe Dünſte ſeyen nämlich nicht ſo elaſtiſch, als die Luft, und werden nicht ſo ſtark ausgedehnt; wenn man ſie alſo einmal ſcheide, ſo vermiſchten ſie ſich hernach nur ſehr langſam mit einander, und man könne folglich die Luft durch wiederholte Ausdehnung und Verdichtung reinigen; durch dieſes Mittel habe er einem Sperlinge 3 Stunden und 50 Minuten das Leben erhalten, da hingegen ein anderer in eben ſo vieler aber nicht bewegter Luft in einer Stunde und 21 Minuten geſtorben ſey.

Cigna verſprach, ſeine Unterſuchungen in der Folge noch weiter zu erörtern; allein er hat ſein Verſprechen nicht gehalten.

Die Herren du Hamel, Hellot und Montigny ſtatten einen Bericht von den entzündlichen Dämpfen der Steinkohlengrube zu Briançon ab [e]). Dieſe Grube war nämlich verſchiedene Jahre hindurch, ohne einen übeln Zufall, bearbeitet, aber ſeit einiger Zeit wahrgenommen worden, daß, wenn man einen Tag nicht arbeiten ließ, unten in der Grube plötzlich eine Entzündung erfolgte, ſobald Licht hinein kam, wo-

e) Sur les vapeurs inflammables qui ſe trouvent dans les mines de charbon de terre de Briançon in Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris an. 1763.

wodurch viele Arbeiter ſehr verbrannt waren. Die Herren führen in ihrem Berichte erſtlich bekannte Wahrnehmungen von entzündlichen Schwaden, wie auch von ſolchen an, welche Lichter und Lampen auslöſchen, die Arbeiter erſticken, und in den Kohlengruben zu Auvergne la pouſſe genannt werden, woſelbſt ſie ſich durch einen dicken Nebel verrathen; ſie ſchlagen darauf Mittel zur Erhaltung eines Luftwechſels vor, ohne ſich auf die Beſchaffenheit und Eigenſchaften der entzündlichen Dämpfe weiter einzulaſſen. In Anſehung der nicht entzündlichen erſtickenden Schwaden berufen ſie ſich auf die von Monnier im Jahr 1739. über die Beſchaffenheit und Wirkung derſelben in den Kohlengruben zu Braſſac in Auvergne angeſtellten und in deſſen Beobachtungen aus der Naturgeſchichte beſchriebenen Verſuche, welche im Jahr 1740 herausgekommen ſeyen, und in welchen er die Meynung äuſſere, daß ſolche von der Art wären, welche die Elaſticität der Luft binden oder zerſtören.

Schon lange vorher hatte Clayton [f]) durch Deſtilliren der Steinkohlen einen ſehr entzündlichen Geiſt erhalten, welcher ſich durch keine Verklebung halten ließ, bey Annäherung eines Lichts an der Mündung einer angebrachten tubulirten Vorlage brannte, ohne daß man ſah, was die Flamme nähre, eine vorgebundene Blaſe ſo ſtark ausdehnte, als wenn ſie ein Mann aufbließ, ſich in ſtarken, z. B. Rindsblaſen, aufbewahren ließ, und nach einer beträchtlichen Zeit nicht verdichtet war, und, wenn man ein Loch in

f) An experiment concerning the ſpirit of Coats, being part of a letter to the hon. *Boyle* from the late *John Clayton*. in Philoſ. Tranſ. Vol. XLI. P. I. n. 452.

in die Blaſe ſtach und ihn nach der Flamme eines Lichts hindruckte, ſo daß er Feuer fangen konnte, fortbrannte, bis aller Geiſt herausgepreßt war, obgleich zwiſchen dieſen und den mit gemeiner Luft gefüllten kein Unterſchied zu ſehen war, in dünnern, z. B. Kalbsblaſen, aber in 24 Stunden ſeine Entzündlichkeit verlor, obgleich die Blaſe gar nicht ſchlaff geworden war, welcher ſogenannte Geiſt alſo nichts anders, als die entzündliche Luft der Neuern war.

Noch eine andere merkwürdige Nachricht von dem entzündlichen Bache in dem Priorat von Tremolac, des Ordens von Clugny, 5 Meilen von Bergerac, hat Roual dem Herrn von Reaumur im Jahr 1740 mitgetheilt [g]). Ein Krebsfänger bediente ſich nämlich brennender Strohfackeln, um die Löcher, in welchen ſich die Krebſe verbargen, beſſer wahrzunehmen. So lange der Menſch auf dem Sande des beynahe wagrechten Bettes dieſes Baches gieng, fieng die Oberfläche des Waſſers kein Feuer, als er aber auf unebene Stellen kam, welche voll Löcher waren, ſo erſtaunte er, zu ſehen, daß das Waſſer ſich entzündete, ſo daß ſein Hemd dadurch verbrannt ward. Der Abt d'Aleme, welcher damals Prior zu Tremolac war, ließ den Verſuch zwey oder dreymal wiederholen und er gelang allemal. Wahrſcheinlich, wird angeführt, habe ſich in dieſen Vertiefungen ein ſchwefſlichter Schlamm geſammelt, welcher hinlänglich bewegt worden ſey, um durchs Waſſer auszudunſten, und bey der geringſten Annäherung einer Flamme Feuer zu fangen; die berühmte brennende Quelle in Dauphine verdiene dieſe Benennung lange nicht mit dem Rech-

g) Ruiſſeau inflammable in der Hiſt. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris an. 1741.

Rechte, wie der Bach zu Tremolac, weil ſie, wenigſtens damals, ein bloßes erdharziges Erdreich zeige, wo man zuweilen eine ſchwache Flamme, wie von brennendem Branntweine, hin und her ſchweben ſehe.

Bisher war die Exiſtenz der ſogenannten fixen Luft und ihre Verbindung ein bloßer Gegenſtand der Naturlehre, aber nach van Helmont hatte ſie noch kein einziger Phyſiologe behauptet. Herr von Haller lehrte nach den Erfahrungen des D. Hales zuerſt, daß die Luft der wahre Kitt der Körper wäre, und durch ihre Bindung in den feſten und flüſſigen Subſtanzen das Verbindungsmittel der Uranfänge ausmache und ſie mit einander vereinige. Es ſcheint, ſagt er [h]), die Luft das vornehmſte Band der Uranfänge auszumachen, da ſich ſolche nicht ehe von einander trennen, als wenn die Luft ausgetrieben iſt. Sie liefert den wahren Leim zur Verbindung der erdichten Theilchen, wie aus dem Beyſpiele der Thier- und anderer Steine und harter Körper überhaupt erhellt, bey welchen ſämmtlich das Band der Theile nur dann gelößt wird, wenn ſich die Luft daraus entwickelt.

Zur Unterſtützung dieſer Lehre gab der Wundarzt zu Dublin, David Macbride [i]) im Jahr 1764 eine Reihe ſehr zahlreicher und gut angeſtellter Verſuche heraus, welche die Naturlehre und Phyſiologie ungemein erweiterten. Aus dieſen Verſuchen erhellet, daß nicht allein von den brauſenden Subſtanzen und in Gährung gehenden Stoffen, ſondern auch von allen thieriſchen Stoffen, welche zu faulen anfangen, fixe Luft entbunden werde. Um nun die äußerſte Leichtigkeit zu beweiſen, womit ſich dieſe Luft ſowohl mit dem

h) Elementa phyſiolog. Tit. I. cap. I.
i) Experiment. eſſays. Lond. 8.

dem Kalke, als den fixen und flüchtigen Laugenſalzen, verbinden kann, bediente ſich Macbride einer Vorrichtung, welche unter dem Nahmen der Macbridſchen bekannt iſt, obgleich der erſte Gedanke derſelben dem Herrn Black zugehört. Er that nämlich nach und nach brauſende ſalzige Stoffe, gährende Subſtanzen aus dem Gewächsreiche, und endlich faule thieriſche Stoffe in eine Flaſche, ließ die Luft, welche aus denſelben entbunden ward, durch eine krumme Röhre gehen, und in einer Flaſche auffangen, in welche er Kalkwaſſer, fixes Laugenſalz, flüchtiges ätzendes Laugenſalz, nach einander that; ſobald die aus der Miſchung entbundene fixe Luft die Oberfläche des Kalkwaſſers berührte, ſo machte ſie es trübe, und bald darauf fiel die Erde derſelben nach und nach unter der Geſtalt der Kalkerde nieder. Eben ſo verhielt es ſich mit den flüchtigen und fixen ätzenden Laugenſalzen. In dem Maaße, wie ſich die fixe Luft mit ihnen verband, erhielten ſie die Eigenſchaft, mit Säuren zu brauſen, wieder, und wenn ſie hinlänglich in die Enge gebracht waren, ſo erlangten ſie auch ihre feſte Geſtalt wieder und ſchoſſen in der Flaſche an. Dieſe letztere Erfahrung zeigt, daß, wenn das fixe Gewächslaugenſalz nicht anſchießt, ſolches deßwegen nicht geſchieht, weil es durch die Gewalt des Feuers gebildet und zubereitet, und gemeiniglich nur von der ihm eigenthümlichen Menge fixer Luft beraubt erhalten wird; man darf ihm daher nur ſolche wieder geben, ſo ertheilt man ihm auch zugleich die Eigenſchaft, anzuſchießen, wieder.

Die mancherley Verſuche über die große Menge fixer Luft, welche von den in Fäulniß gehenden thieriſchen Stoffen entbunden wird, leiteten ihn zu der Folgerung,

daß

daß die Feſtigkeit, der Zuſammenhang und der geſunde Zuſtand der fleiſchigen Theile nur von der Gegenwart dieſer nämlichen elaſtiſchen Flüſſigkeit abhangen, und daß nur in dem Maaße, wie die fixe Luft durch die Gährung aus ihnen entbunden wird, auch ihr Gefüge zerſtört werde, die Beſtandtheile derſelben ſich von einander trennen und ſcheiden, um ſich hernach in einer andern Ordnung wieder zu vereinigen, und neue von der erſtern ſehr verſchiedene Verbindungen zu liefern.

Alles dieß lehrte ſchon van Helmont; folgende Entdeckung aber, vorausgeſetzt, daß ſie hinlänglich ausgemacht ſey, gehört ganz dem Herrn Macbride zu: daß nämlich halb verfaultes Fleiſch, welches einen Theil der in ſeine Zuſammenſetzung eingehenden Luft verlohren hat, ſeine vorige geſunde Beſchaffenheit wieder erhalten kann, wenn man ihm die fixe Luft wieder giebt; zur Bewirkung dieſes Erfolgs iſt es hinreichend, wenn man es dem Dampfe eines beliebigen gährenden Stoffs, oder einem Strome durch Brauſen entbundener Luft ausſetzt.

Macbride wendet dieſe verſchiedenen Erfahrungen zur Erklärung der Erſcheinungen bey der Verdauung an; er zeigt, daß alle Miſchungen, welche wir bey unſern Nahrungemitteln vorzunehmen pflegen, in kurzer Zeit zu gähren im Stande ſind, daß die Miſchungen thieriſcher und vegetabiliſcher Subſtanzen ſogar geſchickter zur Gährung ſind, als es jede von dieſen Subſtanzen vorher war, und daß von allen zur Nahrung dienenden Verſetzungen, mit welchen er ſehr viele Verſuche angeſtellt hat, allezeit eine beträchtliche Menge fixer Luft entbunden wird. Dieſe Entbindung muß, nach Macbride, in dem

Ma-

Magen der Thiere auf eben dieſe Art ſtatt finden; dieſe fixe Luft werde nach ſeiner Meynung von dem Milchſafte eingeſogen oder mit ihm verbunden, und gehe in dieſem Zuſtande in den Umlauf des Bluts über, oder werde in den Gedärmen von den beſondern zu dieſer Art von Abſonderung beſtimmten Gefäßen eingeſogen, und gehe darnach in beyden Fällen durch die Ausdünſtung oder mit dem Urine weg. Das Kalkwaſſer ſchien ihm zu einem Probierſteine für dieſe Gattung brauchbar zu ſeyn; auch bemächtigt ſich wirklich der Kalk wegen ſeiner ſtarken Neigung zur fixen Luft derſelben mit Begierde, und wird durch ſie geſättigt, ſo oft man ihn mit einer ſolchen Flüſſigkeit miſcht, da er alsdenn unauflößlich wird, und daher als rohe Kalkerde zu Boden nieder fällt. Auf dieſe Art hat er wahrgenommen, daß friſch gelaſſenes Blut eine große Menge fixer Luft enthält; umſtändlichere Erfahrungen haben ihn nachher gelehrt, daß dieſe Luft ihren Siß in dem rothen Theile hatte, dahingegen das Blutwaſſer derſelben beraubt war. Ferner hat er durch Verſuche derſelben Art gefunden, daß der Schweiß und der Urin viele fixe Luft enthielten, da im Gegentheil die Galle, und beſonders der Speichel, anſtatt dieſelbe zu enthalten, vielmehr ein Beſtreben, dergleichen einzuſaugen, äußerten.

Andere ſehr zahlreiche Verſuche über die Gährung der gemiſchten Nahrungsmittel, und dasjenige, was die Gährung beſchleunigen oder verzögern kann, leiteten Macbride'n zu ſehr wichtigen Betrachtungen über die faulen Krankheiten und den Seeſcharbock. Dieſe Krankheiten rühren nach der Lehre des Herrn Macbride von der Fäulniß oder von der Beraubung einer gewiſſen zur geſunden Beſchaf-

ſchaffenheit nothwendig erforderlichen Menge fixer Luft her; auch bemerkt er, daß der Genuß thieriſcher Speiſen in Krankheiten dieſer Art das zweckwidrigſte Verhalten ſey, weil ſolche viel weniger fixe Luft durch die Gährung liefern, als die Gewächſe, da hingegen die Heilmethode in dem Genuſſe von Gewächſen und dem Gebrauche aller zur Lieferung einer Menge von fixer Luft geſchickter Stoffe beſteht. Nach dieſen Grundſätzen räth Macbride den Gebrauch des Malzſchrotes wider den Scharbock an; dieſer Stoff, welcher nichts anders als gekeimte und geſchrotene Gerſte iſt, liefert durchs Kochen eine zur Gährung ſehr geſchickte Flüſſigkeit, welche mehr fixe Luft, als irgend ein anderer Gewächsſtoff, liefert.

In Anſehung der fäulnißwidrigen Wirkung der Säuren behauptet Macbride, daß man ſolche nur der Eigenſchaft, ſich mit den laugenſalzigen Theilen der in Fäulniß gehenden Stoffe zu vereinigen, und ſie mittelſalzig zu ſättigen, zuſchreiben dürfe, welche dieſelben in einem hohen Grade beſitzen; aber dieſes Mittel iſt ſeiner Meynung nach mehr lindernd, als heilend, weil es die Theile nicht wie die fixe Luft wieder zu ihrem natürlichen Zuſtand bringt.

Außer dieſen angeführten Verſuchen, welche weſentlich zur Lehre des Herrn Macbride gehören, enthält ſeine Abhandlung noch eine große Menge anderer, von welchen die hauptſächlichſten folgende ſind:

1. Der leere Raum der Luftpumpe beſchleunigt die Entbindung der fixen Luft aus den gährenden Subſtanzen.

2. Die Kalkerden beſitzen die Eigenſchaft, die Fäulniß zu beſchleunigen.

3. Der Kalk äußert eine ganz beſondere Eigenſchaft auf die thieriſchen Subſtanzen; er zerlegt ſie nämlich, indem er ihnen die fixe Luft, welche ſie enthalten, entzieht, und bewirkt dadurch gewiſſer Maaßen einen der Fäulniß ähnlichen Erfolg.

4. Oel vereinigt ſich mit den fixen Laugenſalzen nur in ſo weit, als es der Luft beraubt iſt. Läßt man den Dunſt zweyer brauſender Körper, oder einer beliebigen gährenden Miſchung, zu einer Seifenauflöſung kommen, ſo verbindet ſich die entbundene fixe Luft nach und nach mit dem fixen Laugenſalze der Seife, und zugleich ſteigt das frey gewordene Oel nach der Oberfläche auf.

5. Die rectificirenden brennenden Geiſter ſaugen fixe Luft ein, wenn man ſie ihnen darbietet.

Macbride beweißt ferner, daß das flüchtige Laugenſalz, welches während der Fäulniß der thieriſchen Stoffe entwickelt wird, bald in ſeiner natürlichen Beſchaffenheit, d. i. mit aller ſeiner Luft verſehen, bald aber völlig der Luft beraubt und in einem äzenden Zuſtande iſt; er hat z. B. durch umſtändliche Verſuche gefunden, daß faules Blut, wie der Geiſt, welchen man aus demſelben erhält, mit Säuren brauſete, da hingegen ebenſalls faul gewordene Galle, wie auch die von faulendem Fleiſche ausfließende Flüſſigkeit, nicht brauſeten, welches auch von dem durch Deſtilliren aus ihnen gezogenen Geiſte galt.

Aus allen ſeinen Verſuchen ſchließt Macbride, daß die fixe Luft eine von der atmoſphäriſchen Luft verſchiedene elaſtiſche Flüſſigkeit ſey; daß erſtere ohne Gefahr ſowohl in die Gedärme, als auch in andere Theile der thieriſchen Oekonomie gebracht werden könne, ohne

daß

daß eine Unordnung daraus entſtehe, dahingegen die atmoſphäriſche Luft daſelbſt traurige Folgen bewirken würde; daß aus einer ganz entgegengeſetzten Wirkung die Thiere nicht leben können, ohne unaufhörlich die Flüſſigkeit, welche unſere Atmoſphäre ausmacht, zu athmen, da im Gegentheil die fixe Luft ſich ſehr leicht, ſowohl mit dem Kalke, als mit den Laugenſalzen, verbinde, die atmoſphäriſche Luft aber keinesweges, wenn auch die nämlichen Mittel angewendet werden. Endlich bemerkt Macbride noch, daß die fixe Luft in unſerer Atmoſphäre verbreitet angetroffen werde, weil der Kalk und die ätzenden Laugenſalze ihre ätzende Eigenſchaft an der Luft verlieren, und dagegen die, mit Säuren zu brauſen, erhalten.

Brownrigg [k]) hat in einer Abhandlung Unterſuchungen über das Spaawaſſer angeſtellt, worin er ſich auf eine ſchon im Jahr 1741 der königl. Akademie zu London übergebene Schrift beruft, in welcher er erwieſen habe, daß die Kraft der Mineralwaſſer hauptſächlich nicht von den mit ihnen vereinigten erdigen und mineraliſchen Theilen, ſondern vielmehr von einem feinen und elaſtiſchen Geiſte herrühre, bey deſſen Verfliegung die Mineralwaſſer matt würden und alle Kraft verlören. Dieſer elaſtiſche Geiſt verrathe ſich durch ſeine beträchtliche Säure und ſeinen ſtechenden Geſchmack, ſey aber von der Art, daß er noch von Niemandem aus den Waſſern der Sauerbrunnen habe geſchieden und genau unterſucht werden können. Brownrigg

k) An experimental enquiry into the mineral elaſtic ſpirit, or air, contained in Spa Water; as will as into the mephitic qualities of thus ſpirit in Philoſ. Tranſ. Vol. LV. p. 218. ſqq.

rigg erhielt nachher Gelegenheit, Verſuche mit dem Spaawaſſer und beſonders mit dem von Pouhon anzuſtellen, und wandte allen ſeinen Scharfſinn an, dieſe mit den Waſſern gemiſchte Luft abzuſcheiden. Seine erſten Bemühungen fielen fruchtlos aus, bis er zuletzt auf Handgriffe fiel, ſolche mit Hülfe des Feuers zu ſcheiden, da denn das Waſſer, nachdem dieſer Geiſt ausgetrieben war, allen ſcharfen Geſchmack und Kraft verloren hatte, Säurebrechende Erde und Eiſentheile von demſelben geſchieden waren, und bloße Salze im Waſſer blieben. Da aus dem durch eine ledige Blaſe von aller Gemeinſchaft mit der atmoſphäriſchen Luft abgeſonderten Pouhonwaſſer die Stickluft weder von ſelbſt, noch durch die größte Wärme des dortigen Himmelsſtriches abgeſondert, ſondern durch eine Hitze von 110° nach Fahrenh. nur ſehr langſam, und durch eine Hitze von 160 bis 170° nicht gänzlich binnen 2 Stunden herausgetrieben ward, ſo ſchließt Brownrigg, daß ſich ſolche wirklich in einer wahren genauen Verbindung mit den übrigen Beſtandtheilen befinde. Auch bleiben die ſäurebrechende und Eiſenerde aufgelößt, ſo lange jene nicht abgeſondert werde. Mit dem in einer Blaſe aufbewahrten elaſtiſchen Geiſte ſelbſt ſtellte Brownrigg auch verſchiedene Verſuche an, welche ihm ſeine ſchädliche Beſchaffenheit völlig darthaten. Denn Thiere, welche in ſelbigen gebracht wurden, ſtarben ſogleich.

In der Folge lieferte Brownrigg eine Fortſetzung ſeiner Unterſuchung [1]). Die Kälte ſonderte die Luft ebenfalls beym Gefrieren aus dem Waſſer ab, und

1) Philoſoph. Tranſact. Vol. LXIV. for the year 1774. p. 375. ſqq. überſ. in Crells chemiſch. Journ. Th. I. S. 178. f.

und das Eis lieferte durch Aufthauen ein weißes trübes Waſſer, welches ſeine Erden fallen ließ, faſt allen Geſchmack verloren hatte, und durch ein zweytes Gefrieren alles völlig verlor. Da hiebey kein flüchtiger, ſaurer oder ſchweflichter Geiſt, noch irgend etwas anders, als die mephitiſche Luft, habe entdeckt werden können, ſo ſey dieſe das Verbindungsmittel der Erde mit dem Waſſer, durch welche ſie wiederum ihre Flüchtigkeit und Elaſticität verliere. Ihre Auflöſungskraft beſtärke die Wiederherſtellung des Pouhonwaſſers durch Beymiſchung derſelben, worüber ſich Brownrigg auf die Herrn Cavendiſh und Lane beruft. Man könne die Verbindung derſelben mit dem Eiſen für ein metalliſches Mittelſalz halten; auch habe die mephitiſche Luft alle Eigenſchaften, welche ſauren Salzen zugeſchrieben werden. Sie werde vom Waſſer aufgelößt, ertheile ihm einen ſcharfen ſäuerlichen Geſchmack und bilde, in Verbindung mit metalliſchen und ſäurebrechenden Erden, verſchiedene mittelſalzige Subſtanzen, die im Waſſer aufgelößt werden, und demſelben einen beſondern Geſchmack mittheilen. Man könne dieſe Luft alſo zugleich einen mineraliſchen, elaſtiſchen, ſalzartigen Geiſt nennen und ihn hinlänglich von andern ſalzartigen Geiſtern dadurch unterſcheiden, daß er ſo dünn ausgedehnt ſey.

Hiernächſt beweißt Brownrigg die Aehnlichkeit ſolcher Verbindungen mit Mittelſalzen durch ihre Zerlegung vermöge des Feuers ſtärkerer Säuren und der Laugenſalze, wo er auch ſeinen Geiſt als eine Säure betrachtet und eine Luftſäure nennt, und bey dem Fällen der Seifen durch Sauerbrunnen die doppelte Zerlegung und Verbindung anzeigt.

Brownrigg erklärt ferner aus der Flüchtigkeit des geiſtigen Weſens und der Zerlegung durch die gemeine Luft, daß man ſolche mittelſalzige Stoffe aus dem Pouhonwaſſer bisher nicht in einer feſten Geſtalt habe erhalten können. Die mephitiſche Luft habe zwar ſehr viele Aehnlichkeit mit den ſauren Geiſtern wegen ihrer Auflöslichkeit im Waſſer, ihres Geſchmacks, ihrer Vereinigung mit erdigten Stoffen und ähnlicher Trennbarkeit ſolcher Verbindungen, wie andere Mittelſalze, unterſcheide ſich aber von denſelben durch ihre Ausdehnung und Elaſticität, und daß ſie den Veilchenſaft und andere blaue Säfte nicht roth färbe.

Brownrigg überläßt es daher andern, zu entſcheiden, ob und unter welchen Umſtänden dieſer luftſalzartige Geiſt den Nahmen einer Säure verdiene. Er führt an, daß viele Chemiker, und beſonders Boerhaave, Becher, Hoffmann, van Helmont, aus der Betrachtung verſchiedener Wirkungen z. B. bey der Anfreſſung des Eiſens u. d. gl. eine Luftſäure angenommen, aber, weil ſie ſolche nicht in einer ſichtbaren Geſtalt erhalten konnten, verſchiedene ihrer vorzüglichſten Eigenſchaften nicht kennen gelernt haben, und meint endlich, daß man von der großen Feinheit derſelben und ihren übrigen Eigenſchaften auf ihre auflöſende Kraft in den kleinſten Gefäßen des menſchlichen Körpers, und ihre große fäulnißwidrige Eigenſchaft ſchließen und daraus ihre außerordentliche Wirkung in ſehr hartnäckigen Krankheiten herleiten könne.

De Machy entwarf ſchon im Jahr 1766 eine Abhandlung über einige der Luft zugeſchriebene Eigenſchaften, welche der königlichen Akademie der Wiſſenſchaften vorgeleſen, und nach dem Berichte der Herren

Nol-

Nollet und Macquer mit abgedruckt werden ſollte. Allein dieß geſchahe nicht. Er lieferte daher ſelbſt einen Auszug derſelben in Rozier's Journal m). Sie enthält 35 Verſuche mit Folgerungen, und iſt gegen die Lehre von der fixen Luft gerichtet, wie ſolche von Hales und nachher von Black und Macbride vorgetragen war.

Bey der Wiederholung der Verſuche des letztern fand de Machy ſogleich, daß Kalkwaſſer von der Durchlaſſung desjenigen, das beym Brauſen des zerfloſſenen Weinſteinſalzes mit Vitriolgeiſt wegaieng, nur gegen die Oberfläche trübe und erſt durch Schütteln durch und durch milchig ward, daher dieß nicht von eingeſogener Luft herrühren könne, als welche ſich gleichförmig mit demſelben miſchen müßte. Eben dieß erfolgte, da ein Tropfen verdünnten Laugenſalz- und verdünnten Vitriolgeiſtes jeder zu 12 Tropfen Kalkwaſſer gegoſſen ward, daß alſo die Säure eben ſo wirkte, wie die fixe Luft wirken ſollte. Mit Kalk bereiteter Salmiakgeiſt, welcher mit Säuren nicht brauſete, gab, nach Art des erſten Verſuchs bis zur Sättigung geſchwängert, Kryſtalle und braußte nunmehr ſtark mit Säuren.

Da das Reſultat der drey erſten Verſuche Zweifel in ihm erregte, ob ſolches Brauſen von beygetretener fixen Luft herrührte, ſo band er, anſtatt der zweyten Flaſche des Macbrid'ſchen Geräthes, eine leere Blaſe vor eine angebrachte 2 Fuß lange krumme Röh-

m) Precis d'un mémoire lu à l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris par M. *de Machy* ſur certaines modifications de l'air in Rozier journal de phyſ. T. III. Juin.

Röhre, welche am Boden durchſtochen, und um eine Thermometerröhre gebunden war, nach deren Verſchließung die Blaſe vom Brauſen des zerfloſſenen Weinſteinſalzes mit Vitriolgeiſt ausgedehnt, dieſe Luft nach dem Boden hin gedrückt und abgebunden, dieſer Band auch, nach abgenommener Blaſe, durch Einblaſen in den leeren Theil dicht gefunden ward. Er ließ alles eine Viertelſtunde liegen, damit die Dämpfe verdichtet werden möchten, und darauf die erhaltene Luft durch die nunmehr geöffnete Röhre in mit Kalk bereitetem Salmiakgeiſt gehen, welcher auch einige Luftblaſen erregte; aber der Salmiakgeiſt braußte darnach nicht mit Säuren, woraus de Machy ſchließt, daß reine von Körpern entbundene Luft das Brauſen nicht verurſache.

Ferner bemerkt de Machy, daß unter der Glokke der Luftpumpe nach verrichteter Ausleerung, wobey das Queckſilber in einer angebrachten Röhre um 2 Zoll fiel, vom Brauſen des zerfloſſenen Weinſteinſalzes mit Vitriolgeiſt das Queckſilber ſchnell um 1 Zoll $2\frac{1}{2}$ Linien ſtieg und eine ganze Stunde ſtehen blieb, mit eingeſchloſſenem ätzenden Salmiakgeiſte aber nicht brauſend geworden war, der doch Luft habe anziehen müſſen, welcher alſo dieſe Erſcheinung nicht zugeſchrieben werden dürfe; auch ward der Salmiakgeiſt nicht brauſend, wenn die Luft aus einer Flaſche durch einen haarröhrenartig gezogenen Heber hineingelaſſen ward, und alſo nach de Machy bloße Luft hineinkommen konnte; auch dann nicht, als ein durchgängig gleich weiter, aber auf- und niedergebogener Heber angewandt ward, deſſen Krümmungen die Dämpfe zurückhielten, welche de Machy nachher beym Saugen aus demſelben bemerkte.

Nach-

Nachdem de Machy ſeine Art, das Metall der Werkzeuge unter der Glocke durch eine untergebrachte Pappe gegen das Anfreſſen zu ſichern, beſchrieben hat, ſo verſichert er, bey der Anwendung der Salz- und Salpeterſäure, ſtatt der vitrioliſchen, und der Kupfer- Eiſen- und Spiesglanzſpäne, oder auch beym Gebrauche anderer Metalle ſtatt des Weinſteinſalzes, gleiche Reſultate erhalten zu haben; allemal ſey viele Luft bewirkt worden, aber der Salmiakgeiſt habe nicht die geringſte Neigung zum Brauſen bekommen, daß folglich zu ſolchem Erfolge im Macbrid'ſchen Geräthe eine andere Urſache, als die Luft, zu finden ſeyn müſſe.

De Machy ließ daher Weinſteinſalz mit Vitriolöl in einer tubulirten Retorte mit einer Vorlage brauſen, wählte aber darnach, damit das Sprützen und Steigen des Schaums in den Hals der Retorte keinen Irrthum verurſachen möchte, einen Kolben und Helm aus einem Stücke, deſſen enger Hals keine Tropfen, ſondern nur unſichtbare mit der Luft fortgeriſſene Dämpfe in den Helm durchließ, da denn ein wenig in den Helm gekommenes zerfloſſenes Weinſteinſalz gleich anſchoß, und nach vielen vergeblichen Bemühungen endlich ohne andere Wärme, als diejenige, welche durch die Miſchung entſtand, 12 Tropfen einer ſehr klaren Flüſſigkeit erhalten wurden, welche mit dem Vitriolgeiſte nicht, wohl aber mit zerfloſſenem Weinſteinſalze braußten, wie denn auch äzender Salmiakgeiſt, mit welchem die Vorlage ausgeſchwenkt war, darnach mit Säuren ſtark braußte, und Kalkwaſſer bey einem wiederholten Verſuche von ſolcher Flüſſigkeit gleich trübe ward. Durch Sättigung der Salpeter- und Salzſäure und des deſtillirten Weineſ-

ſigs mit zerfloſſenem Weinſteinſalze erhielt de Machy ebenfalls allemal nur wenig von ſolchen Dämpfen, aber dieß wenige zeigte, ſowohl am Kalke, als am Salmiakgeiſte, dieſelben Erſcheinungen.

Um zu erfahren, ob die durch Gährung entwickelte Luft eben ſo wirkende Dämpfe mit ſich fortriſſe, ließ de Machy in einer großen 4 Pinten faſſenden Flaſche, in deren Mündung ein Pfropf verklebt war, worin eine gebogene Röhre ſteckte, deren anderes Ende bald in einen großen Kolben, bald in eine kleine Phiole geleitet ward, nach einander Malzſchrot mit warmem Waſſer und Hefen, Johannisbeeren, und Traubenſaft gähren; die Röhre ſah nur ſo lange feucht aus, als die Gährung mit Aufwallen vor ſich gieng. Die wenige Flüſſigkeit, die erhalten ward, fällte das Kalkwaſſer ebenfalls, und ertheilte dem Salmiakgeiſte das Vermögen, mit Säuren zu brauſen; ſie könne alſo mit den gedachten Dämpfen verglichen werden, und beweiſe offenbar, daß dieſe Wirkungen nicht von der reinen Luft herrühren. De Machy ſuchte auf eben dieſe Art Bier und Wein mit Kräutern aus der Claſſe der Gewächſe mit kreuzförmigen Blumen im Sandbade zur Eſſiggährung zu bringen; die vom Weine erhaltenen verdichteten Dämpfe waren bloß wäſſerig und eine vorgebundene Blaſe ward wenig ausgedehnt, daß alſo bey der Eſſiggährung keine Luft entbunden wurde; aber das Bier war ſehr bald faul geworden, da denn die durch die Verdichtung der Dämpfe erhaltene Flüſſigkeit, wie die vom gefaulten Blute, Hammelfleiſche und Unrathe, mit fixen Laugenſalzen braußte, den Kalk fällte, und den flüchtigen laugenſalzigen Geiſt brauſend machte.

Da

Da dieſe Dämpfe oft einen auffallenden Geruch verbreitet hatten, ſo verſuchte de Machy ſie auch zu ſchmecken und hielt zu dieſer Abſicht den Mund an das Ende der krummen Röhre; die Dämpfe vom Brauſen der Vitriolſäure mit Laugenſalz ſchmeckten ekelhaft, die der Salpeterſäure ſtechend, wie ſchäumender Champagner, die der Salzſäure beynahe eben ſo, aber minder durchdringend, und des Eſſigs auch ſo, nur ſchwächer. Gährendes Bier gab erſtickende Dämpfe, Johannisbeeren ſaure wie Eſſig, Wein ſtechende wie der Salpetergeiſt, Wein bey der Eſſiggährung keine merkliche Dämpfe, und die Dämpfe von faulenden Subſtanzen erregten Erbrechen. Einige von dieſen Dämpfen z. B. vom Weine, Biere und den faulenden Stoffen, waren entzündlich. Dieß beweiſe, daß alle Dämpfe, wenn ſie ſäuerlich wären, noch andere mit der Luft entwickelte Stoffe bey ſich führen, wodurch ſie verſchieden ausfallen; eine nähere Prüfung ſey dadurch unmöglich geworden, daß immer nur wenige Tropfen erhalten wären; überdem werde auch die Säure der Dämpfe durch die Anfreſſung der Oberfläche des Queckſilbers in der an der Glocke der Luftpumpe angebrachten Röhre bewieſen.

Recht faules ſchwärzliches und halb weiches Hammelfleiſch erhielt durch die von den Dämpfen beym Brauſen der drey Säuren mit fixen Laugenſalzen, und den weinigten und faulen Gährungen erhaltene Flüſſigkeit, wo ſie es berührte, wieder eine Feſtigkeit und lebhafte Farbe. In allen obgedachten Fällen dürfe man alſo die Erſcheinungen nicht der aus Körpern entwickelten und von andern kräftig angezogenen fixen Luft zuſchreiben, ſondern ſie rühren bloß von den mit derſelben aus den Körpern entwichenen Dämpfen

her, weil die von ihnen gereinigte Luft ſolche Erſcheinungen nicht zeige, wohl aber die ſolcher Luft beraubten Dämpfe ſie bewirken. Daß ſie bey den Macbrid'ſchen Verſuchen, beſonders mit faulen Körpern, auffallender ausgefallen ſeyen, rühre von der größern Menge der Dämpfe und ihrer Abſetzung unter einer beträchtlichen Ausdehnung her.

Weil nun ſolche Luft zur Veränderung der Beſchaffenheit oder Eigenſchaften der Körper, mit welchen ſie ſich ſo ſchnell verbinden ſoll, nicht beyzutragen ſcheine, ſo möge man wohl zweifeln, daß ſie wirklich mit ſelbigen ſich vereinige und von ihnen eingeſogen werde. Wo man eine Einſaugung oder Verminderung der Luft anführe, glaube er bemerkt zu haben, daß ſolche zu Waſſer geworden und nicht eingeſogen ſey. Er legte nämlich ein glühendes Stück Eiſen auf einem drey Zoll hohen umgekehrten Schmelztiegel auf das angefeuchtete Leder des Tellers der Luftpumpe, ſchüttete 12 Gran Schwefelblumen darauf und deckte ſogleich die Glocke darüber; das feuchte Leder gab zwar einige Dämpfe, welche aber nicht über das Eiſen ſtiegen, als ſo hoch die Glocke beſchlug; der Schwefel brannte, die Glocke ward an das Leder feſt geſogen; aber ſo lange der Schwefel brannte, floß Waſſer vom obern Theile der Glocke herunter und gab deutliche Tropfen, welche auf das Leder fielen. Nach der Erkaltung blieb die Glocke ſo feſt angeſogen, als wenn ein Zug mit dem Stempel geſchehen wäre.

Um allen Verdacht der Feuchtigkeit zu verhüten, legte de Machy bey der Wiederholung des Verſuchs einen ½ Zoll dicken und 1 Zoll breiten Ring von weichem Wachſe unter die Glocke; dieſe ward bald ange-

angeſogen, die Dämpfe waren eben ſo häufig, Waſſer floß von allen Seiten nieder und die vorher gewogene Glocke wog nachher 15 Gran mehr, als vorher, obgleich einige Tropfen ſaures Waſſer auf den Teller gefallen waren. De Machy folgert aus dieſem Verſuche, daß wenigſtens 5 Gran Waſſer hervorgebracht ſeyen. Dieſe müßten nun entweder in der unter der Glocke eingeſchloßnen Luft befindlich geweſen, oder durch die Einſaugung ſolcher Luft entſtanden ſeyn; nun glaube man zwar, daß Waſſer in der Luft befindlich ſey, allein dieß betrage wenig, weil z. B. eine Unze Weinſteinſalz erſt in 12 bis 14 Tagen Waſſer genug zum Zerfließen anziehe, und vergleiche man hiermit die bekannte Erfahrung, daß man in wenigen Stunden viel Waſſer aus der Atmoſphäre um Gefäße, welche mit Eis gefüllt oder ſehr abgekühlt wären, ſammlen könne, ſo müſſe man zugeben, daß gedachter Zuwachs nicht von dem in der Atmoſphäre enthaltenen Waſſer, ſondern von der Luft geliefert werde. Nun nähme aber eine Quantität Luft, welche 5 Gran wöge, einen 800mal größern Raum ein, als 5 Gran Waſſer, und die Abweſenheit eines ſolchen Umfanges ſey mehr als zureichend, die angeführte Leere zu bewirken; überdem ſey auch eine ſolche Abweſenheit aus dem Ziſchen beym Abnehmen der Glocke von dem grünen Wachſe merklich genug abzunehmen geweſen. Man ſehe alſo auf der einen Seite Luft verſchwinden, und auf der andern mehr Waſſer entſtehen, als man im Schwefel vermuthen könnte; es ſcheine, daß man es in ſeiner Gewalt habe, dieſe Waſſerbewirkung in freyer Luft durch Veränderung der Körper, welche dazu tauglich wären, oder durch Verſtärkung ihrer Kraft, nach Belieben abzuändern. Ob man nun noch, frägt er, Bedenken tragen könne, zu glauben, daß die an-

geb-

gebliche Einſaugung der Luft nichts anders, als eine Verwandlung derſelben in Waſſer ſey?

De Machy wiederholte den Verſuch, nur mit Anbringung der Röhre mit Queckſilber und ſchnellem Auspumpen, um ſolches um Eine Linie zum Fallen zu bringen, indem nach dieſer Theorie weniger Waſſer ſich zeigen und das Queckſilber weniger fallen, dieß aber ſich merklicher und ſchneller wahrnehmen laſſen müſſe, wenn der Erfolg von dem in der Luft enthaltenen Waſſer herrührte. Der Schwefel brannte langſamer, ſeine Dämpfe ſchwebten herum, das Queckſilber fiel nicht, und kaum waren einige einzelne Tropfen zu ſehen.

Da nach Hales nichts mehr die Luft ſtärker einzuſaugen im Stande ſeyn ſollte, als eine Miſchung von Salmiak und Vitriol, ſo ſtellte de Machy auch dieſe unter ſeiner aufs Leder geſtellten Glocke an; ſie ward heftig angezogen, die Dämpfe waren häufig und überall in der Glocke zu ſehen, fraßen die metallenen Stücke an und floſſen an allen Seiten nieder.

Bey der Zerlegung des Salmiaks durch Kalk und fixes Laugenſalz ward die Glocke ebenfalls angezogen und eine Menge wäſſeriger Dämpfe wahrgenommen.

Als 2 Quent. Salmiak mit 1 Quent. Vitriolöl unter der Glocke gemiſcht wurden, nachdem das Queckſilber zu einem Fallen von 2 Zoll gebracht war, ſtieg es ſogleich um einen Zoll und 4 Linien, fiel aber beynahe in einem Augenblicke wieder und blieb ohngefähr $2\frac{1}{2}$ Linien über gedachte 2 Zoll ſtehen; wobey de Machy bemerkt, daß die hervorgebrachte Luft, weil ſie ganz feucht geweſen wäre, viel ſchneller zu Waſſer geworden, und nur ein ſehr kleiner Antheil Luft geblieben

ben ſey, indem die Dämpfe beſonders ſtark in der Glocke niedergefloſſen ſeyen; der nämliche Verſuch habe mit Kochſalz angeſtellt gleiche Erſcheinungen gezeigt.

Als Salpeter ſtatt des Salmiaks zerlegt ward, ſchwankte das Queckſilber gelinde in der Röhre, und blieb Eine Linie über die 2 Zoll ſtehen, wohin de Machy es hatte fallen laſſen.

Wie 3 Quent. Salpeterſäure in dem nämlichen Geräthe unter gleichen Umſtänden auf 1 Quent. Eiſenfeilſpäne gegoſſen wurden, ſtieg das Queckſilber ſtark in der Röhre, fiel darnach 3 Linien unter die 2 Zoll, und hielt ſich daſelbſt über eine Stunde, als ſo lange de Machy die Vorrichtung bey jedem Verſuche ſtehen ließ.

Man ſehe alſo, ſagt de Machy, daß die ſogenannte Einſaugung, welche in allen dieſen Fällen von der Gegenwart eines Ueberſchuſſes von Feuchtigkeit begleitet werde, nicht ſtatt finde, wenn weniger Luft da ſey, wie der Stand des Queckſilbers in der Röhre lehre, und dann auch außerdem bey verſchiedenen Körpern kein merkliches Waſſer erſcheine.

In Anſehung der Luft, welche ſich allmählig mit gewiſſen Flüſſigkeiten verbinde, beweiſen Mariotte's, Muſſchenbroek's und Nollet's genauere Verſuche, daß ſolches ſehr langſam vor ſich gehe, ſehr wenige aufgenommen und nicht eigentlich mit ihnen verbunden werde, weil man ſie leichter und ſchneller davon wieder trennen könne, als ſie eingegangen ſey; inzwiſchen hat doch de Machy verſuchen wollen, was für einen Unterſchied ſehr ſtarkes Vitriolöl und ſehr trockenes Weinſteinſalz an freyer Luft unter einer geräumigen Glocke und im luftleeren Raume zeigten.

Er

Er ſtellte alſo 3 Gläſer, jedes mit einem Quent. Vitriolöl und auswendig geklebtem Papiere zur Bezeichnung, wie hoch es ſtand, eines auf ein Bret in ſeinem Zimmer, das zweyte auf ein anderes Bret, über welches eine Glocke, die eine Pinte faßte, gedeckt ward, und das dritte unter die Glocke der Luftpumpe, welche ſo weit ausgeleert ward, daß das Queckſilber um eine Linie fiel; nach drey Tagen hatte es im erſten 2 Linien, im zweyten etwas weniger als eine halbe Linie hoch, und in dem dritten in ſechs Tagen gar kein Waſſer angezogen. Ein Quent. Weinſteinſalz ward unter gleichen Umſtänden in drey Tagen an freyer Luft feucht, unter der Glocke nur teigicht, und ſahe im luftleeren Raume ſogar in 8 Tagen kaum ein wenig verändert und ſchwammig auf der Oberfläche aus.

De Machy glaubte daher bewieſen zu haben, daß man in allen den Fällen, wo man der fixen Luft, welche aus Körpern entbunden und von andern angezogen werde, die an letztern bemerkten Erſcheinungen zuſchreibe, die Luft mit den zugleich ausdünſtenden ſauren Dämpfen verwechſelt habe, und letztere allein die gedachten Erſcheinungen hervorbringen, da im Gegentheil die Luft nicht einmal in ſolche Körper eingehe. Das Daſeyn ſolcher Dämpfe ſey Hrn. Hales nicht entgangen, und er eigne ihnen ohne Bedenken die böſen Eigenſchaften ſeiner künſtlichen Luft zu; de Machy glaubt, einige entſcheidende Verſuche über ihre Beſchaffenheit hinzugefügt und bewieſen zu haben, daß die vorgegebene Einſaugung der Luft dieſer zur Bindung derſelben in den Körpern nothwendig erforderliche Erfolg, in vielen Fällen nichts anders, als eine Verwandlung derſelben in Waſſer ſey, wozu er noch einen überzeugenden Beweis hinzufügen wolle,

daß

daß alle die ungeheure Menge Luft, die man aus den Körpern erhalte, von dem in ihnen enthaltenen Waſſer herrühre.

Die erſten Einwürfe, welche dem de Machy beym Leſen des Haleesſchen Werkes einfielen, betrafen nicht die erſtaunliche Menge bewirkter Luft, ſondern die Vorrichtungen des Hales, an welchen er einige Mängel bemerkte, die der Genauigkeit der Rechnung zur Schätzung aller dieſer Luft entgegen ſeyn mußten, indem, wenn in der einen andere Produkte der Deſtillation, als die Luft, ſich mit dem Waſſer verbänden, nothwendig eine falſche Rechnung entſtehen, und in der zweyten zur Reinigung der Luft von allen fremdartigen Theilen ein Theil derſelben, da ſie ſo zertheilt aus den Körpern trete, in ſolchem Waſſer zurückbleiben müßte. De Machy lernte die von Rouelle dazu gebrauchte Vorrichtung erſt aus der Ueberſetzung der Henkelſchen Schriften ſeiner flora ſaturnizans kennen, woſelbſt dieſe Vorrichtung kurz beſchrieben und ihre Vorzüge vor der Halesſchen aufgeſtellt ſind, und glaubte zu einer genauern Berechnung zu gelangen, wenn anſtatt des Waſſers die ſchwerſte Flüſſigkeit, welche am geringſten verdunſtet und zugleich am beweglichſten iſt, genommen würde.

Er verſuchte alſo eine verſchiedentlich gekrümmte Barometerröhre mit dem Heber einer zinnenen Vorlage ſo zu verbinden, daß die bey der Deſtillation der in einer Retorte enthaltenen Stoffe ſich entwickelnde Luft das in einem krummen Theile der Röhre befindliche Queckſilber hinauftreiben ſollte; allein ſie ſchlich zwiſchen dem Queckſilber und der Röhre durch und trieb erſteres zurück. Nach einer Abänderung der Krümmungen gelang es beſſer; allein das Queckſilber

blieb

blieb voll unzähliger Luftblaſen. De Machy brachte daher den Heber der Vorlage vermöge einer eingekitteten gekrümmten Röhre mit der Glocke einer Luftpumpe in Verbindung, an welcher ein Barometer angebracht war, und leerte die Glocke ſo weit aus, daß das Queckſilber um 3 Zoll fiel, da denn die aus der Retorte kommende Luft ſich in der Glocke verbreiten und das Queckſilber zum Steigen bringen mußte, aus deſſen Höhe ſich die Menge der Luft berechnen ließ; allein die Verſuche gaben bey dreymaliger Wiederholung, auch in Hales Vorrichtung, nie gleiche Reſultate, welches ihm von der verſchiedenen Wirkſamkeit des Feuers, dem verſchiedenen Verhältniſſe der natürlichen Theile der nämlichen Körper und der Verſchiedenheit der daraus erwachſenden Produkte herzurühren ſchien; daher er die Bewirkung einer ungeheuren Menge Luft bey der Deſtillirung gewiſſer Körper zwar für erwieſen hielt, aber alle Hoffnung aufgab, ſtets gleiche und gewiſſe Reſultate zu erhalten.

Da ſich de Machy nicht überreden konnte, daß Luft aufhören könne, elaſtiſch zu ſeyn, ohne daß ſie auch aufhöre, Luft zu ſeyn, weil die Elaſticität ihr unterſcheidendes Merkmal wäre, und Hales ſelbſt bemerkt habe, daß die Luft, wenigſtens der größte Theil derſelben nicht eher zum Vorſchein kam, als in dem Augenblicke, da die letzten wirklichen Produkte des Feuers, das flüchtige Laugenſalz und das brenzliche Oel, übergiengen, ſo ſchloß er, daß die Luft, wie das flüchtige Laugenſalz, zuvor nicht in den Körpern befindlich ſey. Da ferner Boyle die Frage, ob die Luft ein urſprüngliches Weſen wäre, oder aus Waſſer hervorgebracht werden könne, nicht hatte entſcheiden wollen, jedoch der letzten Meynung günſtiger

ſtiger geweſen war, ſo ſuchte er ſelbige näher zu beſtätigen.

Er ſetzte voraus, daß eine vor eine Windkugel gebundene Blaſe bey der Austreibung der Dämpfe ausgedehnt werde, und dann wirklich Luft enthalte; hiebey habe Boyle nur den Zweifel geäußert, daß ſie von der Ausdehnung der in der Windkugel ſelbſt befindlichen Luft herrühre, weil er eine ſehr große gebraucht habe. Daher wählte de Machy eine Windkugel, welche 2$\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmeſſer hielt, auf deren Hals, der im Durchmeſſer 2 Linien hatte, zwey Aufſätze, einer mit einem $\frac{1}{2}$ Linien weiten, der andere mit einem kaum merklichen Loche, aufgeſchroben werden konnten; ferner wählte er eine Phiole mit einem Stöpſel im Bauche und einem 1 Fuß 1 Zoll hohen und $\frac{1}{2}$ Zoll weiten Halſe, welche 4 Pinten faßte und inwendig mit heißem Sande gut ausgetrocknet war, und 1 Pfund 2 Unzen und 4 Quent. wog; vor die Mündung band er eine weiche recht trockene Blaſe, ſteckte in die Oeffnung einen Kork, durch welchen der erſte Aufſatz der Windkugel um einige Linien hineingieng, ließ dann Waſſer eine halbe Stunde kochen, um es von der Luft zu reinigen, und kalt werden, goß 3$\frac{1}{2}$ Quent. davon in ſeine Windkugel, ſchrob ſie an den Aufſatz, verklebte alle Fugen mit Blaſen und fettem Kitte, und ſtellte eine brennende Lampe mit einem Dachte unter die Windkugel; das Waſſer fieng bald zu ſieden an, ſtieß einen Strom von Dämpfen aus, wovon die Phiole beſchlug. Die Blaſe ward ausgeſpannt, in welche ſodann mit einer Nadel ein Loch geſtochen ward, durch welches die Luft allein fortgieng, indem der Hals und die Phiole trocken blieben, da im Gegentheil die Dämpfe in der Phiole verdichtet

und zu Waſſer wurden; in einer Viertelſtunde war alles aus der Windkugel verdampft. Nach dem Erkalten ward die Phiole gewogen, welche nunmehr von dem Waſſer um $3\frac{1}{2}$ Quent. weniger den zu Luft gewordenen Antheil mehr wiegen ſollte, und ſie zeigte einen Abgang von 15 Gran, alſo ſo viel Luft, als $3\frac{1}{2}$ Quentchen des vorher durch anhaltendes Kochen von Luft beraubten Waſſers gaben.

Er wiederholte dieſen Verſuch auf eben die Art, nur daß der Aufſatz mit dem unmerklichen Loche gebraucht ward; der Erfolg war derſelbe, nur wurden zur Ausleerung der Windkugel über $\frac{3}{4}$ Stunden erfordert, dadurch die Hitze verſtärkt, der Dampf mehr zurückgehalten und zum heftigern Verfliegen beſtimmt. Der Abgang betrug noch einmal ſo viel, nämlich 30 Gran, oder ein Achttheil; ſo viel Luft konnte in dem Waſſer nicht, wie vorher, vermuthet werden.

Als unter gleichen Umſtänden drey brennende Dachte unter die Windkugel geſtellt wurden, ward das Ziſchen viel beträchtlicher und bis 46 Gran Luft erhalten.

Ein lebhaftes durch einen Blaſebalg verſtärktes Kohlenfeuer gab beynahe ein Quent. Luft, alſo ohngefähr $\frac{2}{7}$ des in die Windkugel gegoſſenen Waſſers.

Als ſich de Machy einmal einer Phiole mit einem kleinern Bauche bediente, betrug die Luft nicht ſo viel, und der Dampfſtrom ward beſonders an den Wänden ſtark zu Waſſer verdichtet, da man hingegen in einem größern Raume, wo er ſich ausbreitete und ſeine kegelförmige Geſtalt verlor, die kleinen wäſſerigen Tropfen an ihrem Glanze und ihrer kugelförmigen Geſtalt deutlich von dem nach oben heller werdenden Gewöl=

Gewölke, ſo Luft war oder ward, unterſcheiden konnte.

Er folgerte nunmehr, daß, wenn das durch die Hitze verjagte Waſſer, nachdem es zu Dämpfen geworden wäre, mehr Luft lieferte, als man in demſelben vermuthen konnte, und deſto mehr lieferte, je ſtärker die Hitze wäre und je ſtärkern Widerſtand die Dämpfe beym Fortgehen fänden, es mehr Luft liefern müßte, wenn man es ſo verſetzte, daß eine ſtärkere Hitze erfordert würde, um es in Dämpfe zu verwandeln. Er nahm alſo weiß gebranntes und wiederholt ausgeſüßtes Hirſchhorn und gepulverte Kapellen, that von jedem 2 Quent. in eine kleine Retorte mit einer Vorlage, um ſich zu überzeugen, daß ſie keine Luft mehr durch Deſtilliren gaben, ſättigte je $3\frac{1}{2}$ Quent. abgekochtes Waſſer mit hinlänglichem Hirſchhorne und Kapellenerde zu einem beynahe feſten Teige, legte ihn 24 Stunden zum Trocknen hin, da der eine einen Skrupel und der andere ein halb Quent. Waſſer verlor, that beyde in zwey kleine gläſerne Retorten, zog deren Hälſe vor der Emaillirlampe zu Haarröhren aus, ſteckte ſolche anſtatt der Windkugel in die Stöpſelöffnung der Vorlage und erhitzte ſie mit 3 Dochten, da denn das in der Kapellenerde enthaltene Waſſer 1 Quent. und 2 Skrupel, das im Hirſchhorn befindliche aber noch mehr wog, zugleich aber auch einiger weniger flüchtiger laugenſalziger Geiſt übergieng, wobey de Machy meldet, daß derjenige Zeitpunkt der günſtigſte zur Erzeugung der Luft ſey, in welchem die neuen Verbindungen der Körper entſtehen, beſonders wenn die Berührungsſtellen vervielfältigt, die zur Verbindung dienende Bewegung ſtark und die Hitze merklicher ſey.

Nachdem nämlich de Machy geſehen hatte, daß ½ Quent. ſeines Vitriolöls beynahe 4 Quent. zerfloſſenes Weinſteinſalz zu ſeiner Sättigung erforderte, goß er letzteres zu erſterm unter der Glocke einer Luftpumpe, als ſie ſo weit ausgeleert war, daß das Queckſilber in dem angebrachten Barometer um 20 Linien fiel: das Queckſilber ſtieg 12 Linien und das in das Vitriolöl geſtellte Thermometer einen guten Zoll. Bey wiederholten Verſuchen ſtieg das Queckſilber, als das halbe Quent. Vitriolöl mit eben ſo vielem Waſſer verdünnt war, nur 11 Linien, als es mit ⅞ Waſſer verſetzt war, nur 8 Linien, und als es in 20 Theile Waſſer vertheilt war, nur 3 Linien, und das Thermometer zeigte auch allemal eine deſto geringere Wärme, je mehr die Säure verdünnt war. Als de Machy ½ Quent. Vitriolöl zu einem Quent. recht trockenes Weinſteinſalz goß, nachdem die Ausleerung ſo ſtark bewirkt war, daß das Queckſilber 3 Zoll fiel, ſo entſtand ein ſehr ſtarkes Ziſchen, das Queckſilber ſtieg 2 Zoll, und es war ihm angenehm, eine ſo kleine Menge genommen zu haben, indem er der Geräumigkeit der Glocke ungeachtet mit Grunde eine Zerſprengung derſelben befürchtete.

Er wiederholte den Verſuch mit Salpeter- und Salzſäure von verſchiedener Stärke, und erhielt allezeit mehr Luft, wenn ſie ſtark, und ſehr wenige, wenn ſie äußerſt verdünnt war.

Je weniger Feuchtigkeit alſo, fährt er fort, in den Körpern befindlich ſey, deſto größern Widerſtand werde ſie beym Entweichen finden, deſto ſtärkere Hitze werde bey der Miſchung entſtehen und deſto mehr Luft werde von den nämlichen Gemengen erhalten werden; indeſſen haben die angeführten Miſchungen doch, ſolcher

cher Verſchiedenheit ungeachtet, beſtändig das Salz geliefert, ſo ſie liefern ſollten, daß folglich die Luft, welche man aus den Körpern erhalte, kein Beſtandtheil derſelben ſey, weil ihr verſchiedenes Verhältniß ſonſt eine Verſchiedenheit ihrer Geſtalt, oder ihres Geſchmacks, verurſachen müßte. Ein größerer Kolben müſſe auch zur Bewirkung mehrerer Luft beytragen, daß er alſo bey allen vorhergehenden Verſuchen, wo die Luft in dem mit einem Stöpſel verſehenen Kolben aufgefangen ward, nicht alle Luft erhalten habe, welche hätte erzeugt werden können; er habe nämlich einmal Gelegenheit gehabt, ſeine Windkugel in ein Loch, im Bauche eines großen Kolbens von 25 bis 30 Pinten, zu leiten, und glaube wahrgenommen zu haben, daß weniger Waſſer niedergefloſſen ſey; indeſſen wolle er dieſe Wahrnehmungen, da er den Kolben nicht gewogen habe, nur anführen, um eine andere Art, dieſe Erzeugung der Luft merklicher zu machen, anzuzeigen. Man werde nun ohne Zweifel verlangen, daß er auch andere verdunſtende Flüſſigkeiten, z. B. Weine, Branntwein, Weingeiſt, Oele, Säuren u. ſ. ſtatt des Waſſers, in der Windkugel verſuchen würde, allein er habe geglaubt, daß das vorhergehende ſchon zureichend ſey, die Hervorbringung der Luft durchs Waſſer einleuchtend zu beweiſen.

Bey dieſer Gelegenheit bemerkt de Machy wider diejenigen, welche den mit dem Schäumen verloren gehenden ſäuerlichen Geſchmack der Mineralwaſſer der überflüſſigen Luft zuſchreiben, daß ja alle Mineralwaſſer Säuren und andere aufgelößte Stoffe bey ſich führten, und dieſe deſto entfernter von einander gehalten würden, je ſtiller die Auflöſung vor ſich gegangen ſey, wie ſolches z. B. die Auflöſung des vitrio-

liſirten Weinſteins und Weinſteinrahms in der Salpeterſäure, die Mutterlaugen von der Abdampfung mittelſalziger Flüſſigkeiten, der merklich ſaure Dampf von der ſiedenden Auflöſung des vitrioliſirten Weinſteins und anderer Mittelſalze erwieſen; wenn man überdem erwäge, daß in dem Augenblicke der Miſchung der Körper 1. neue Luft, und 2. ein feiner durchdringender und ekelhafter Dampf hervorgebracht werden, ſo werde man einſehen, daß das Blaſenwerfen dieſer Waſſer von der erfolgenden vollkommenen Verbindung der Säure mit den mineraliſchen Stoffen und ihr ſtechender Geſchmack von dem alsdenn entbundenen Dampfe herrühre, und die vergebliche überflüſſige Luft nicht zuvor da geweſen ſey, ſondern durch die Verbindung erzeugt werde. Er habe 2 Unzen gereinigtes Waſſer von Paſſy genommen, welches faſt kein Eiſen mehr enthalte und nicht ſäuerlich ſey, und in eine Flaſche nebſt 2 Quent. zerfloſſenes Weinſteinſalz mit hinreichendem Vitriolgeiſte gethan, da es dann trübe geworden ſey und ſogleich einen ſäuerlichen Geſchmack erhalten habe, welchen man den vorhergehenden Verſuchen zu Folge hoffentlich keiner überflüſſigen oder entbundenen Luft zuſchreiben werde.

Die angeführte Erhitzung bey den Miſchungen, aus welchen neue Körper hervorkommen, und welche man bis zum Brennen verſtärken oder auch unmerklich machen könne, verbunden mit der außerordentlichen und ebenfalls veränderlichen Luftbewirkung, ſey das Merkmal wahrer Auflöſungen, welche durch die Erſcheinungen allemal von der Wirkung des Waſſers oder eines Leitmittels unterſchieden wären, als wobey beſtändig eine Kälte entſtehe, die Körper nicht zerlegt werden und die wenige entbundene Luft offen-

offenbar in den Zwiſchenräumen des Körpers zugegen geweſen ſey und durch das Leitmittel in dem Augenblicke, da es ſolchen durchdringe, verjagt werde. Als 3 Quent. Waſſer im luftleeren Raume auf ½ Quent. Salmiak gegoſſen wurden, ſtieg das Queckſilber die ganze Zeit der Auflöſung hindurch kaum 1 Linie; beynahe eben ſo ſey es mit dem Zucker, Kochſalz und Salpeter gegangen; kurz je feſter und dichter die Salze geweſen ſeyen, deſto weniger Luft ſey entbunden worden, und dieſe habe das Queckſilber nie über Eine Linie zum Steigen gebracht.

Hiernächſt wendet ſich de Machy zur Anwendung dieſer Thatſachen auf die beym Deſtilliren und Gähren bewirkte Luft. Beym Deſtilliren verjage die erſte Stufe der Hitze das überflüſſige Waſſer der Körper und es bleibe nur der Antheil zurück, welcher ſchwerer zu verjagen ſey, nicht, weil er ein verſchiedenes Waſſer ſey, ſondern weil er wegen der Trockenheit der übrigen Theile ſtärker zurückgehalten werde und mit den natürlichen Theilen dieſer Körper in genauerer Verbindung ſtehe. Bey zunehmender Hitze werden dieſe Theile zu Dämpfen, verbinden ſich in dieſem Zuſtande von neuem, und bey der Bewegung dieſer Verbindung werde die Feuchtigkeit noch mehr von ihnen losgeriſſen; daher die Luft.

Solches zu beweiſen, habe er alle Gallerte aus einer Unze geraspelten Elfenbeins gezogen, und dieſe Gallerte und den rückſtändigen feſten Theil nebſt einer andern Unze Elfenbein, jede beſonders, deſtillirt; letztere habe eine ungeheure Menge Luft gegeben, die Gallerte ſehr wenig, und der rückſtändige feſte Theil mehr wie die Gallerte, doch beyde zuſammen nicht ſo viel wie jene Unze, weil im erſtern Falle die zu

Dämpfen gewordenen natürlichen Theile des Elfenbeins gegengewirkt und viel flüchtiges Laugenſalz, das Produkt ihrer Verbindung, gegeben, im zweyten die Gallerte nur einen Theil der zur Hervorbringung des flüchtigen Laugenſalzes, mithin der Luft, erforderlichen Stoffe geliefert, und im dritten der feſte Theil, welcher vielleicht nicht ſo ſehr der Gallerte als dieſe des feſten Stoffes hat beraubt werden können, mehr flüchtiges Laugenſalz, als ein neues Produkt, in größerer Menge gegeben habe, folglich die Luft auch hier mehr wie im zweyten, aber viel weniger als im erſten Falle betragen habe. Die Hervorbringung der Luft beym Deſtilliren entſpreche alſo in Anſehung ihrer Menge allezeit der Menge der neuen Produkte der Zerlegung in einem gewiſſen Verhältniſſe und begleite ſie ſo, daß ſie ſich nur mit ihnen und in dem Augenblicke ihrer Erzeugung offenbare.

Nun ſehe man leicht ein, daß bey der weinigten und faulen Gährung eine neue Verbindung der Beſtandtheile der gährenden Körper erfolge, und die Luft ſowohl in Anſehung des Zeitpunkts, als der Menge und Dauer, nach Verhältniß der Beſchaffenheit und Stärke dieſer Gährungen zum Vorſchein komme. Nicht allein dieſe Luft werde alsdann hervorgebracht, ſondern ſie führe auch merkliche Antheile eines ſehr feinen Stoffs mit ſich fort, welche den Körpern, von welchen ſie entweiche, gehören. Boyle's Unterſuchungen über den Urſprung dieſer Luft ſeyen alſo ſehr richtig geweſen. Er habe die Entwickelung und Wirkſamkeit der ſauren Dämpfe überall, wo man ſie für Luft gehalten habe, möglichſt einleuchtend bewieſen, und zugleich wahrzunehmen geglaubt, daß die Luft, anſtatt von gewiſſen Körpern eingeſogen, angezogen

gen und mit ihnen verbunden zu werden, zu Waſſer werde; überdem habe er auch Boyle's Zweifel über die Entſtehung der Luft möglichſt auszuführen geſucht, um ihn zu beſtätigen und eine unveränderliche Wahrheit daraus zu machen.

Endlich zieht de Machy aus ſeinen Wahrnehmungen folgende Behauptungen:

1. Die Luft, welche man durchs Brauſen entſtehen laſſe und von den Körpern zu entbinden glaube, ſey nicht die Urſache, ja nicht einmal das weſentliche Leitmittel der Urſache und der Erſcheinungen, welche man ihr zuſchreibe.

2. Wenn man dieſe Luft von gewiſſen Körpern z. B. der Schwefelſäure u. a. m. einſaugen zu laſſen und an ſie zu binden glaube, ſo verwandle man ſie offenbar in Waſſer, und ſie werde höchſtens als Waſſer, nicht aber als Luft, ein Theil ſolcher Körper.

3. Endlich ſey die Luft, anſtatt ein unzerſtörbarer Uranfang zu ſeyn, vielmehr ein Stoff, welcher ſich zuſammenſetzen laſſe, weil man einen großen Antheil eines gegebenen Waſſers mit Hülfe einer gewaltſamen Hitze in Luft verwandeln könne.

Nicht lange nach der Herausgabe der Abhandlung des Herrn Macbride theilte Hr. Cavendiſh der königlichen Societät zu London einige neue Verſuche mit, welche ebenfalls auf die Bekräftigung der Lehre des Herrn Black abzielten. Cavendiſh [n]) zeigt, daß die Menge der im fixen Laugenſalze, wenn ſolches ſo

n) Philoſ. Tranſact. Vol. LVI. p. 141. ſqq. überſ. im neuen Hamburg. Magazin. B. XII. S. 387. f.

ſo ſtark als möglich mit derſelben geſättigt iſt, enthaltenen fixen Luft $\frac{5}{12}$ ſeines Gewichts, und im flüchtigen Laugenſalze $\frac{7}{12}$ betrage; daß dieſe große Menge Luft das bey der Fällung der in Salpeterſäure aufgelößten Kalkerde durch ein ſo mit Luft geſchwängertes Laugenſalz entſtehende gelinde Brauſen verurſache, und daß alsdenn, wenn das Niederſchlagungsmittel mehr Luft liefere, als der Niederſchlag einſaugen könne, ein Theil nothwendig frey bleibe, welcher ſeine Elaſticität wieder erhalte und das Brauſen verurſache.

Cavendiſh zeigt ferner, daß das Waſſer ein größeres Maaß Luft, als es ſelbſt beträgt, einſaugen und auflöſen könne; daß dieſe Menge deſto mehr betrage, je kühler das Waſſer ſey und je ſtärker es von einer ſchweren Atmoſphäre gedruckt werde; daß das auf ſolche Art mit fixer Luft geſchwängerte Waſſer ſäuerlich, geiſtig und nicht unangenehm ſchmecke; endlich, daß es die Eigenſchaft, die Kalk- und Bitterſalzerde aufzulöſen, beſitze. Dieſer Eigenſchaft des mit fixer Luft geſchwängerten Waſſers zu Folge geſchieht es, daß, wenn man nach der Fällung des Kalks aus dem Kalkwaſſer durch fixe Luft friſche fixe Luft hinzuzuthun fortfährt, das Waſſer die Kraft erhält, einen Theil der niedergeſchlagenen Erde wieder aufzulöſen.

Das mit fixer Luft geſchwängerte Waſſer beſitzt ferner die Eigenſchaft, faſt alle Metalle und beſonders das Eiſen und den Zink aufzulöſen.

Dieſe Umſtände ſcheinen auf die natürlichſte Weiſe zu erklären, wie das reinſte deſtillirte Waſſer das Eiſen angreiſe und auflöſe, als welches aus den Wahrnehmungen des Hrn. Monnet folgt, und warum dieſe Verbindung leichter mit kaltem, als mit heißem Waſſer vor ſich geht. Das Waſſer greiſt nämlich das Eiſen

Eiſen nur nach Verhältniß der in ihm enthaltenen fixen Luft an; nun enthält es von derſelben aber deſto weniger, je heißer es iſt. Aus eben dieſer Urſache kann man aus den meiſten eiſenhaltigen Mineralwaſſern auch kein Stäubchen Vitriol erhalten.

Ferner hat Cavendiſh gelehrt, daß die fixe Luft ſich mit dem Weingeiſte und den ausgepreßten Oelen vereinigen laſſe, daß dieſe Stoffe aber dadurch keine neue Eigenſchaften erlangen; daß der Dampf glühender Kohlen in dem Umfange der Luft eine merkliche Verminderung verurſache, daß bey dieſer Verrichtung zugleich viele fixe Luft erzeugt ward, und ſolche von der ätzenden Seifenſiederlauge eingeſogen werden konnte. Endlich hat Cavendiſh zuerſt bemerkt, daß die Auflöſung des Kupfers im Salzgeiſte, auſtatt wie die Auflöſung des Eiſens und Zinks eine entzündliche Luft zu geben, eine beſondere Art Luft lieferte, welche ihre Elaſticität verlor, ſobald ſie Waſſer berührte.

Der Lehre von der fixen Luft, welche in England ſo eifrig vertheidigt wurde, ſtellte Friedrich Meyer, Apotheker zu Osnabrück, eine ſehr ausführliche Abhandlung unter der Aufſchrift: Chymiſche Verſuche zur nähern Erkenntniß des ungelöſchten Kalks. Hannov. 1764. 8. und 1770. 8., entgegen. Meyer unterſucht zuförderſt die Beſchaffenheit der Kalkſteine, Spathe und der zum Kalkbrennen geſchickten Subſtanzen; er bemerkt, daß dieſe Subſtanzen ſelten rein, ſondern gemeiniglich mit Sand und fremden Stoffen gemiſcht ſind, aber derjenige Theil, welcher eigentlich zum Kalkwerden geſchickt iſt, nichts anders als ein erdiges Laugenſalz ſey, welches im Waſſer unauflößlich, einer Verbindung mit den Säuren fähig ſey, und von ihnen mit

mit Brauſen aufgelöſt werde. Ferner bemerkt er, daß die nämlichen Subſtanzen, wenn ſie der Gewalt des Feuers eine hinlängliche Zeit ausgeſetzt worden ſind, eine große Menge Waſſer fahren laſſen und hernach die Eigenſchaft, ganz im Waſſer auflöslich zu ſeyn und mit den Säuren nicht mehr zu brauſen, zeigen. Aus dieſen Eigenſchaften ſchließt Meyer, daß der Kalk im Feuer durch eine beſondere Säure neutraliſirt worden ſey, deren Vermittelung er ſeine Auflöslichkeit im Waſſer zu danken habe, und deren Vereinigung ihm die Eigenſchaft zu brauſen benehme. Dieſe Lehre zu bekräftigen, gießt er flüſſiges fixes Laugenſalz Tropfenweiſe hinzu, ſogleich wird das Kalkwaſſer trübe, und der Kalk fällt unter der Geſtalt einer Kalkerde, wie vor der Verkalkung, im Waſſer unauflöslich nieder, da hingegen das Laugenſalz nunmehr die ätzende Kraft des Kalks und einen Theil ſeiner übrigen Eigenſchaften erhalten hat, woraus Meyer ſchließt, daß die Säure, welche ſich mit dem Kalk vereinigt hatte und ihn auflöslich machte, eine nähere Verwandtſchaft zum fixen Laugenſalze als zum Kalke habe, daher den letztern verlaſſe, und ſich mit dem fixen Laugenſalze vereinige. Das nämliche geſchieht, wenn man Kalkwaſſer durch ein flüchtiges Laugenſalz niederſchlägt, oder das flüchtige Laugenſalz aus dem Salmiake durch Kalk entbindet; in allen dieſen Fällen ſättige die Säure des Kalks das Salz zum Mittelſalze, mache es ätzend, unfähig anzuſchießen, und benehme ihm die Eigenſchaft, mit den Säuren zu brauſen. Den ſauren Stoff, welchen der Kalk auf ſolche Art annimmt, nennt Meyer fette Säure (acidum pingue); er behauptet, er ſey ein dem Stoffe des Feuers und des Lichts ſehr nahe kommender Stoff; durch den Zwiſchentritt dieſer Säure vereinige ſich der Kalk mit den

Oelen,

Oelen, löſe den Schwefel auf u. ſ. w. Endlich behauptet Meyer, daß die fette Säure in großer Menge in die Zuſammenſetzung der Thiere und Gewächſe eingehe; daß ſie das ſey, was von der glühenden Kohle und dem brennenden Holze weggeht, u. ſ. f.

Meyer verfolgt die Verbindung dieſes Stoffs in einer großen Zahl von Körpern; er behauptet, daß er in Metallkalken, der Mennige, befindlich ſey, und daß man ihn aus ſelbigen in die Laugenſalze, ſie mögen fix oder flüchtig ſeyn, verſetzen könne, welche dadurch eine ätzende Beſchaffenheit erhalten. Durch dieſe Lehre von der fetten Säure erklärt er ſehr glücklich die Gewichtszunahme der Metallkalke, ihre Wirkung auf den Salmiak, die Entbindung des flüchtigen Laugenſalzes aus dieſem Salze durch die Mennige, Glätte und verſchiedene andere Metallkalke. In allen Fällen iſt das Aetzende des Feuers, die fette Säure, dasjenige, was ſich mit den Metallen bey der Verkalkung vereinigt, nachher in das flüchtige Laugenſalz übergeht und eine Art von Mittelſalz macht, das demjenigen ähnlich iſt, welches man durch den Kalk erhält.

Meyer begegnet einem Haupteinwurfe zum voraus, welcher ihm nach der Lehre des Herrn Black gemacht werden könnte. Letzterer hatte behauptet, daß, wenn man eine reine Kalkerde in der Salpeterſäure auflößte und nachher durch ein Laugenſalz fällte, man die gefällte Erde nach Belieben von der Beſchaffenheit der Kalkerde oder des Kalks erhalten könne; daß man ſie von der Beſchaffenheit der Kalkerde erhalte, wenn man ſie durch ein gewöhnliches fixes Laugenſalz niederſchlüge, hingegen von der Beſchaffenheit des Kalks, wenn man ätzendes fixes oder flüchtiges Laugenſalz dazu nähme. Black erklärte dieſe Eigenſchaft auf folgende

gende Art: die im Salpetergeiſte aufgelößte Kalkerde enthielte keine Luft mehr, als die, welche durch das Brauſen aus der Verbindung verjagt worden wäre; wenn man die Erde alſo aus dieſer Auflöſung durch ein gewöhnliches alle ſeine Luft enthaltendes fixes Laugenſalz niederſchlüge, ſo ließe dieſes in dem Maaße, wie es ſich mit der Säure verbände, alle ſeine Luft fahren, welche ſich mit der Erde verbinde und ſie unter der Geſtalt der Kalkerde niederſchlüge; fällte man ſie hingegen durch ein äzendes, d. i. der Luft beraubtes Laugenſalz, ſo fiele die Erde von der Beſchaffenheit des Kalks nieder, weil ſie in dieſer Miſchung keinen Körper anträfe, welcher ihr Luft mittheilen könnte. Dieſe Erklärung beantwortet Meyer auf dieſe Art: Schlägt man aufgelößte Kalkerde durch ein äzendes Laugenſalz nieder, ſo miſcht man ſeiner Meynung nach gewiſſer Maaßen zwey Mittelſalze zuſammen; das eine iſt ein Salpeter mit erdigem Grundtheile, das andere beſteht aus der fetten Säure und dem fixen Laugenſalze; in dieſer Miſchung muß alſo eine zweyfache Zerlegung erfolgen; die Salpeterſäure muß ihren Grundtheil verlaſſen, um ſich mit dem fixen Laugenſalze zu verbinden, und zu gleicher Zeit muß ſich die frey gewordene fette Säure an die Kalkerde hängen und ſie unter der Geſtalt des Kalks, d. i. im Waſſer auflößlich und ihrer Eigenſchaft, mit Säuren zu brauſen, beraubt, niederſchlagen. Dieß darf nicht geſchehen, wenn man die Fällung mit einem gewöhnlichen Laugenſalze verrichtet; denn alsdenn findet ſich keine fette Säure, welche ſich mit der Erde vereinigen könnte, und ſie fällt alſo als Kalkerde nieder.

Die von Meyer angegriffene Lehre der fixen Luft fand aber bald einen ſehr geſchickten Vertheidiger

an

an Hrn. Jacquin o), Lehrer der Botanik zu Wien. Seine Abhandlung enthält zwar nicht viel mehr, als was ſchon die Herren Black und Macbride vorgetragen hatten, allein ſie zeichnet ſich durch Ordnung und Deutlichkeit, womit die Thatſachen dargeſtellt ſind, durch die Auswahl der Verſuche, welche ſie enthält, durch die Einfachheit und Richtigkeit der Arten zu verfahren und durch eine richtige Art zu philoſophiren vorzüglich aus.

Die erſte Wahrnehmung, welche Hrn. Jacquin auffällt, iſt die, daß der lebendige Kalk durchs Verkalken beynahe die Hälfte von ſeinem Gewichte verliert. Dieſe auffallende Begebenheit, welche die Meynung des Herrn Meyers in ſeinen Augen verdächtig machte, brachte ihn darauf, die Calcination des Kalkſteins in verſchloſſenen Gefäßen anzuſtellen. Zu dieſer Abſicht nahm er eine Retorte von Steinzeug, welche der Wirkung des Feuers hinreichend widerſtehen konnte, that 32 Unzen Kalkſtein in dieſelbe, legte eine große mit einem Stöpſel im Bauche verſehene Vorlage vor, und ſchritt alsdann zur Deſtillation.

Anfänglich gab er nur ein mäßiges Feuer und erhielt bloße Feuchtigkeit; als er aber das Feuer verſtärkte, fieng bald ein elaſtiſcher Dampf an in einer ſehr großen Menge entbunden zu werden, welcher 1½ Stunden mit Ziſchen durch die Stöpſelöffnung der Vorlage fortgieng, und welcher, dem Hrn. Jacquin zu Folge, nichts anders als Luft war. Nach geendigter

o) Examen chemicum doctrinae Meyerianae de acido pingui et Blackianae de aëre fixo reſpectu calcis. 1769. überſ. chemiſche Unterſuchung der Meyerſchen Lehre von der fetten Säure und der Blackiſchen von der fixen Luft. Wien 1771.

ter Deſtillation fanden ſich in der Retorte noch 17 Unzen Kalkerde von der Beſchaffenheit des Kalks, und in der Vorlage zwey Unzen Waſſer, welches ſchwache Spuren von flüchtigem Laugenſalze zeigte. Die fehlenden 13 Unzen eignet Jacquin der Luft zu, woraus nach ſeiner Meynung folgen würde, daß der Kalkſtein ſechs oder ſiebenhundert mal ſo viel Luft enthielte, als er dem Raume nach beträgt.

Verſchiedene andere Verſuche des Herrn Jacquin haben die Abſicht zu beweiſen, daß der Kalkſtein nur im Verhältniſſe der Menge elaſtiſcher Flüſſigkeit, welche aus demſelben entbunden wird, zum Kalke werde und daß er, wenn man ihm z. B. nur ſein Waſſer entzieht und dann das Feuer ausgehen läßt, beynahe von eben der Beſchaffenheit in der Retorte gefunden werde, welche er hatte, als man ihn in die Retorte that. Was dieſes, nach Jacquin, noch beſſer beweißt, iſt das, daß man, anſtatt die Deſtillation zu unterbrechen, wenn die Luft entbunden zu werden anfängt, ſie länger fortſetzt; da ſich alsdenn der Kalkſtein auf ſeiner Oberfläche zum ätzenden Kalke bildet, ohne es im Innern geworden zu ſeyn.

Die erſtern Verſuche leiteten Hrn. Jacquin zu Betrachtungen über die Art, wie die Luft in den Körpern befindlich ſeyn könne. Er unterſcheidet die Luft der Zwiſchenräume von der der Grundmiſchung. Erſtere kann ſchon mittelſt der Luftpumpe bemerkbar gemacht werden, dahingegen ſich die letztere, welche in einer Verbindung ſteht, in einem Zuſtande einer Zertrennung und Auflöſung befindet, welche ihr die Aeußerung ihrer Elaſticität nicht mehr verſtattet.

Es iſt bekannt, daß der Kalk vom Waſſer aufgelößt werden kann und daß dieſes Waſſer, wenn es der Luft ausgeſetzt wird, ein Häutchen ſetzt, welches nicht mehr ätzender Kalk, ſondern eine mit Säuren brauſende Kalkerde iſt. Jacquin iſt mit allen Schülern des Herrn Black der Meynung, daß dieſer Stoff nichts anders als Kalk ſey, welcher die Luft, deren er beraubt geweſen war, wieder an ſich gezogen hat; und er zeigt, daß er ſolche im Verhältniſſe des Gewichts wieder anzieht, welches er bey der Calcination verloren hat. Wenn dieſer Kalkrahm von neuem calcinirt wird, ſo verliert er wieder die $\frac{13}{32}$ von ſeinem Gewichte, und während der Calcination wird Luft entbunden. Mit einem Worte, alles zeigt an, daß er die Beſchaffenheit des Kalkſteins wieder erhalten hatte.

Hierauf unterſucht Jacquin die Wirkung des Waſſers auf den Kalk; er zeigt, daß es ihn löſcht, ohne ihm die Luft wieder zu geben, ſo daß man Kalk ſo lange als man will unter Waſſer aufbewahren kann, ohne daß er aufhört Kalk zu ſeyn, wenn man die Oberfläche des Waſſers nur vor der Berührung der freyen Luft ſichert, denn ſonſt würde nach und nach alles zu Kalkrahm werden. Er zeigt ebenfalls, daß, wenn man Kalkwaſſer mit einem Deſtillirgeräthe abdampft, die in der Retorte zurückbleibende Erde noch ätzender Kalk und keine Kalkerde ſey. Alle dieſe Verſuche beweiſen ferner, daß die Abweſenheit oder Gegenwart des Waſſers nicht das ſey, was die Beſchaffenheit des Kalks oder der Kalkerde ausmacht.

Jacquin muſtert hierauf alle Verſuche der Herren Black und Macbride, und fügt neue in den nämlichen Abſichten hinzu. Er zeigt, daß jede Verſetzung der Kreide, oder eines gewöhnlichen Lau-

genſalzes mit einer Säure, eine Luft zuwege bringt, welche die Eigenſchaft, das Kalkwaſſer zu fällen, d. i. ſich mit dem im Waſſer aufgelößten Kalke zu vereinigen, unauflößlich zu machen und auf der Stelle zum Anſchießen zu bringen, beſitzt. Die Luft, welche während der Calcination aus dem Kalkſteine entweicht, beſitzt die nämliche Eigenſchaft.

Jacquin ſtellt dieſe und alle Verſuche der Herren Black und Macbride der Lehre des Herrn Meyers entgegen und zieht faſt aus allen Einwürfe, von welchen er glaubt, daß ſie nicht gehoben werden können.

Jacquin hatte zuvor bemerkt, daß jedesmal, da die Luft aufgelößt und mit einigen Stoffen verbunden ward, wie bey allen chemiſchen Verbindungen, 1. eine Stufe der Sättigung, und 2. eine gewiſſe Stufe einer Anhängung ſtatt fand, welche nach Verhältniß des Unterſchieds der zwiſchen den verſchiedenen Stoffen obwaltenden Verwandtſchaften ſtärker oder ſchwächer war. Dieſe Betrachtungen wendet er auf die Erzeugung der ätzenden Laugenſalze an, und behauptet, daß der Kalk nur vermöge der nähern Verwandtſchaft der fixen Luft zu denſelben auf ſie wirke, und nimmt ſelbſt mit Black und Macbride zum Grundſatze an, daß der Kalk, Aetzſtein und alle Aetzmittel dieſer Art nur durch Entziehung der Luft, nach welcher ſie ſo begierig ſind, ſo kräftig auf die thieriſchen Stoffe wirken, und da dieſe Luft zu deren Verbindung weſentlich erfordert wird, ſo entſteht daraus eine Zerlegung.

Auch hat Jacquin die Verſuche der Herren Black und Macbride über die Mittel, den Kalk auf dem naſſen Wege zu bereiten, wiederholt. Verbindet man Kalkerde mit Salpeterſaurem in einer

lang=

langhalſigen Flaſche, ſo nimmt man nach dem Brauſen wahr, daß die Kreide beynahe die Hälfte von ihrem Gewichte, d. i. alle Luft, welche ſie zur Kalkerde machte, verloren hat; alsdenn hat ſie die Beſchaffenheit des Kalks. Will man ſie in dieſer Eigenſchaft vor ſich allein und von der Salpeterſäure geſchieden haben, ſo darf man ſie nur durch ein ätzendes Laugenſalz niederſchlagen, und die gefällte Erde iſt nach der Ausſüßung ein wahrer im Waſſer auflößlicher Kalk.

Meyers Lehre hatte indeſſen in Deutſchland ſehr viele Anhänger gefunden, und ſie wurde öffentlich von Lehrſtühlen gelehrt. Jacquin's Schrift erhielt alſo daſelbſt keinen ſonderlichen Beyfall, und im Jahr 1770 gab Cranz zu Wien eine Schrift [p]) gegen ihn heraus. In dieſer unterſucht er zuerſt, was für eine Wirkung das Feuer auf den Kalkſtein äußere. Er geſteht den Schülern des Herrn Black zu, daß dieſes Geſtein im Feuer einen beträchtlichen Verluſt an ſeinem Gewichte erleide, aber er eignet dieſen Verluſt der großen Menge Waſſer zu, welche er enthielt und welche durch die Gewalt des Feuers ausgetrieben worden iſt. Eben ſo ſchreibt er dem zu Dämpfen gewordenen Waſſer jene elaſtiſche Ausdehnung zu, welche von Jacquin während der Calcination des Kalkſteins in verſchloſſenen Gefäßen beobachtet worden war, und bringt übrigens keinen ſehr entſcheidenden Beweis für dieſe Behauptung bey.

Nach

p) Examinis chemici doctrinae Meyerianae de acido pingui et Blackianae de aëre fixo reſpectu calcis rectificatio. Lipſiae. 1770. 8. Auszüge aus dieſer Schrift in Erxleben phyſ. chem. Abhandl. B. I. S. 37–42. und in *Rozier* journal de phyſ. T. II. Aout 1773. p. 128. ſqq.

Nach dem Herrn Cranz verliert der Kalkſtein durch die Calcination ſeine Eigenſchaft, mit Säuren zu brauſen, nicht, wie die Schüler des Herrn Black behaupten, und er beruft ſich hierüber auf das Zeugniß der Herren Duhamel, Geoffroy, Homberg und Pott, welche alle angeführt haben, daß der Kalk mit Säuren brauſe. Er fügt verſchiedene ihm eigene Verſuche hinzu, welche er unter verſchiedenen Umſtänden mit Kalk angeſtellt hat, der beſonders ſorgfältig vor der Berührung der Luft bewahrt worden war; allemal nahm er ein Brauſen wahr.

Bey dieſer Gelegenheit macht er den Einwurf, daß der Kalk, wenn er vom Kalkſteine nur durch die Beraubung der Luft und die ſtarke Verwandtſchaft zu ſolcher Luft verſchieden wäre, in freyer Luft in kurzer Zeit alle diejenige Luft, deren er beraubt worden wäre, wieder einſaugen, und wieder Kalkerde werden müßte; indeſſen hat er wahrgenommen, daß ſich der Kalk ſehr lange in der Luft halten konnte, ohne daß er Kalk zu ſeyn aufhörte; er verſichert ſogar, daß er nach Verlauf einer beträchtlichen Zeit ätzender werde.

Was die Löſchung des Kalks betrifft, ſo bemerkt Cranz, daß ſein plötzliches Aufſchwellen, und die ſehr beträchtliche Hitze, welche hiebey wahrgenommen werde, nach Meyers Lehre eine natürliche Folge ſey, nach Blacks Meynung aber gar nicht erklärt werden könne. Ueberdieß laſſe ſich nach dieſer Lehre nicht einſehen, warum der Kalkſtein vom Salpeterſauren beynahe ohne Hitze aufgelößt werde, dahingegen die Auflöſung des gebrannten Kalks in der nämlichen Säure eine Hitze verurſache, welche die Stufe des ſiedenden Waſſers überſteige; daß endlich die Vertheidiger der fixen Luft von dem ſcharfen und freſſenden Dam-

Dampfe, welcher vom Kalk aufſteige und einen Huſten errege, von der Schädlichkeit friſch getünchter Gebäude, und von unendlich vielen andern Wirkungen keine befriedigende Urſache anführen könnten.

Hierauf unterſucht Cranz die Erſcheinungen, welche der Kalk bey ſeiner Auflöſung im Waſſer und bey ſeinem Anſchießen zeigt. Nach Jacquin iſt die Haut, welche auf der Oberfläche des Kalkwaſſers entſteht, wenn ſelbiges einige Zeit der Luft ausgeſetzt geweſen iſt, und die man in der Chemie unter dem Nahmen des Kalkrahms kennt, nichts anders, als Kalk, der ſeine Luft wieder erhalten hat, und durch dieſe Vereinigung wieder zu Kalkerde d. i. in Waſſer unauflößlich, mit dem Vermögen zu brauſen, mit einem Worte ſo, wie ſie vor der Verkalkung geweſen, geworden iſt. Dagegen behauptet Cranz mit Meyer, der Kalkrahm ſey nichts anders als ein Kalk, welcher ſeinen ätzenden Grundſtoff, oder fette Säure, verloren habe; er verſichert, daß er dieſen Stoff oft am Boden der Flüſſigkeit und nicht an der Oberfläche entſtehen geſehen habe, daß ſich welcher an die innern Wände des Gefäßes und an Stellen anſetze, woſelbſt der Kalk von der Luft nicht habe berührt werden können; endlich daß ſogar während der Zeit welcher entſtehe, da das Kalkwaſſer mit einer Haut bedeckt ſey, welche alle Eigenſchaft mit der Luft aufhebe. Uebrigens iſt nach Cranz der Kalk nicht ganz im Waſſer auflößlich, und kann nicht ganz zu Rahm verändert werden, wie aus den Grundſätzen des Herrn Black und ſeiner Schüler folgen müßte.

Ueberhaupt unterſucht Cranz die Eigenſchaften des Kalkwaſſers ausführlich, und zieht faſt aus allen Einwürfe gegen Blacks Lehre. Das Kalkwaſſer

löſt den Schwefel, Campher, die Harze, beynahe wie der Weingeiſt, auf; es müßten daher die Schüler des Herrn Black, um ihren Grundſätzen getreu zu bleiben, ſo weit gehen, daß ſie ſagten: es mache dieſe Stoffe durch die Entziehung ihrer Luft im Waſſer auflößlich, wie ſie ſolches von der zum Kalke veränderten Kalkerde ſagen; aber alsdenn würden ſie ſich in die Nothwendigkeit geſetzt finden, zu ſagen, daß der Weingeiſt die Harze nur durch Entziehung der in ihnen enthaltenen Luft auflößt, welches ſie nach Cranz in ein Labyrinth von Schwierigkeiten, ja wohl von Ungereimtheiten führen würde.

Wäre übrigens, fährt Cranz fort, die Abweſenheit der Luft das, was die ätzende Beſchaffenheit ausmacht, ſo würde daraus folgen, daß alle Mittelſalze ätzend ſeyn müßten, weil die Luft durchs Brauſen aus ihrer Verbindung gebracht ſey; indeſſen ſähen wir, daß ſie milder wären, als eine von den Subſtanzen, aus welchen ſie zuſammengeſetzt ſind, es vorher wäre.

Hierauf betrachtet Cranz die Auflöſung ſowohl des Kalkſteins, als des Kalks in Säuren. Er bemerkt, daß man bey dieſen Verrichtungen nach Belieben das Brauſen erhalten könne oder nicht. Das Brauſen erfolgt ſehr ſtark, wenn man eine mäßig ſtarke Säure anwendet; es erfolgt keines, wenn man die nämliche Säure in eine große Menge Waſſer vertheilt; indeſſen frägt Cranz, wenn die Luft ein Beſtandtheil der Kalkſteine iſt, warum wird ſie in dem letztern Falle nicht entwickelt, und wenn ſie entwickelt wird, was wird aus ihr, weil ſie ſich durch kein Brauſen verräth?

Cranz zeigt darauf, daß man ein ſtarkes Brauſen erregen könne, wenn man ätzende Lauge mit einer Säure miſche, ob ſie gleich, den Herren Black und Jacquin zu Folge, keine Luft enthielte; man dürfe nur langſam ätzende Lauge zu einer Auflöſung von Kalkerde gießen, ſo fließe das Laugenſalz längſt den Wänden der Flaſche herab, und nehme die untere Stelle am Boden ein; ſchüttele man dann die beyden Flüſſigkeiten ſchnell durch einander, ſo entſtehe ein ſtarkes Brauſen, und die Fällung gehe in einem Augenblicke vor ſich.

Eine andere Beweisart, deren ſich Black und ſeine Anhänger bedienen, iſt die Fällung des Kalkwaſſers durch die entbundene Luft, ſie mag durch Brauſen oder Gährung entſtanden ſeyn; Cranz aber behauptet, es ſey keinesweges erwieſen, daß die Fällung von der Luft herrühre; es gebe andere Urſachen, welche einen ähnlichen Erfolg bewirken könnten, und wenn die Luft durch ihre Verbindung mit dem Waſſer auch keinen andern Erfolg, als es leichter zu machen, bewirken würde, ſo würde dieſer Umſtand doch ſchon allein die Fällung zu veranlaſſen hinreichen. Uebrigens frägt Cranz: wie läßt es ſich begreifen, daß die Luft, welche bey den mit Luft geſchwängerten Waſſern das Auflöſungsmittel des Eiſens iſt, hier eine ganz entgegengeſetzte Eigenſchaft beſitzt, nämlich den Kalk im Waſſer auflößlich zu machen?

Hierauf unterſucht Cranz die Beweisgründe, welche die Anhänger der fixen Luft von dem Verluſte am Gewichte, den der Kalkſtein bey ſeiner Auflöſung in Säuren erfährt, hernehmen. Herr Black und Jacquin hatten behauptet, wenn man Kalkſtein in einer Säure auflößte, ſo bemerkte man einen eben ſo

großen Verluſt, als wenn der nämliche Stein durchs Brennen zu Kalk geworden wäre; daß in dieſen beyden Fällen, die fixe Luft, im erſten durchs Brauſen und im letzten darum fortgienge, weil ſie durch die Gewalt des Feuers fortgejagt würde.

Auch hier ſtellt Cranz Verſuchen andere Verſuche entgegen; er hat ſehr viele Arten Kalkſteine, ja ſogar Kalk, in Salpeterſäure aufgelößt, und ſowohl von der Säure als den zur Auflöſung verbrauchten Erden eine genaue Rechnung geführt; bey dieſen Verrichtungen hat er gemeiniglich eine ziemlich merkliche Abnahme am Gewichte wahrgenommen, aber ohne eine gewiſſe Regel. Zuweilen hat es geſchienen, als wenn der Kalk mehr, wie der Kalkſtein, verliere, andere Male aber der Kalkſtein mehr. Alle dieſe Reſultate ſind der Lehre des Herrn Black gerade entgegen.

Nach einigen andern Einwürfen geht Cranz zur Zerlegung des Salmiaks durch den Kalk über. Er erinnert gleich anfänglich, daß, wenn nach der Lehre des Herrn Black das Feuer während der Calcination die fixe Luft aus dem Kalkſteine triebe, mit welcher er geſättigt wäre, der Kalk bey der Zerlegung des Salmiaks ſich mit der Luft des flüchtigen Laugenſalzes innig verbinden könne, und behauptet, der Kalk müſſe, anſtatt in dieſem Falle Luft einzuſaugen, vielmehr eine neue Calcination erfahren und die etwa noch zurückgebliebene verlieren; aber wenn man auch die Meynung des Herrn Black annehme, ſo würde doch der Kalk aufhören müſſen, Kalk zu ſeyn; indeſſen verſichert er, daß der Rückſtand von der Zerlegung des Salmiaks durch den Kalk ihm allezeit eine Kalkerde von der Beſchaffenheit des Kalks, und folglich eine luftfreye geliefert habe, woraus er folgert, daß

ſie

ſie dem flüchtigen Laugenſalze die in ihm enthaltene Luft nicht entzogen habe, und folglich der Mangel der Luft die ätzende Beſchaffenheit nicht ausmache; endlich behauptet er, daß der Salmiak viele Luft enthalte, daß dieſe Luft nach der Meynung des Herrn Black den Kalk ſättigen, und letzterer alsdann keine Wirkung auf das flüchtige Laugenſalz behalten müſſe.

Zu dieſen Verſuchen fügt Cranz hinzu, daß, wenn die Aetzmittel ihre Wirkung durch Einſaugung der Luft äußerten, jedesmal Thiere unter die Luftpumpe gebracht geätzt werden müßten, das ſäugende Kind die Warzen der Bruſt ätzen müßte u. ſ. w. weil in allen dieſen Fällen eine Beraubung der Luft ſtatt findet.

Ferner führt Cranz noch zahlreiche Verſuche an, welche mit der Macbrid'ſchen Geräthſchaft angeſtellt ſind; dieſe beſteht nämlich, wie oben angeführt iſt, aus zwey Flaſchen, welche vermittelſt eines gläſernen Hebers Gemeinſchaft mit einander haben; in die eine thut man einen Gährungsfähigen Stoff, oder eine zum Brauſen geſchickte Miſchung, und in die andere die Flüſſigkeiten oder diejenigen Subſtanzen, welche man der Wirkung der fixen Luft ausſetzen will. In der einen von dieſen beyden Flaſchen hat Cranz Vitriol- und Salpeterſäure nach einander mit fixem Laugenſalze brauſen laſſen, da denn das in die andere Flaſche gebrachte Kalkwaſſer gefällt worden iſt, wie ſolches Macbride und Jacquin melden; den nämlichen Erfolg hat Cranz mit Luft, welche zum Athemholen gedient hatte, bewirkt.

Cranz hat nach der Art des Herrn Meyers bereitete ätzende Lauge in dem nämlichen Geräthe zu behandeln verſucht; die durch ein Brauſen entbundene Luft hat ein weißes Pulver daraus niedergeſchlagen,

welches ſich am Boden der Flaſche geſammelt hat; auch hat die Flüſſigkeit nach Verlauf einer gewiſſen Zeit die Eigenſchaft, mit Säuren zu brauſen, erhalten; aber er hat zu gleicher Zeit wahrgenommen, daß ſie dieſe Eigenſchaft an der freyen Luft beynahe in der nämlichen Zeit, ja ſogar geſchwinder, wieder erhielt, wenn man ſie in ein mäßiges Feuer brachte, und daß ſie die Eigenſchaft, mit Säuren zu brauſen, nur von dem Augenblicke an bekam, da ſie zu rauchen anfieng, woraus Cranz ſchließt, daß ſie dieſe Eigenſchaft nur in ſo weit erhält, als der mit ihr vereinigte ätzende Stoff, die fette Säure, verdunſtet iſt.

Das nämliche hat Cranz in Anſehung des aus dem Salmiake entbundenen ätzenden flüchtigen Laugenſalzes bemerkt. Er hat einen Theil davon auf einen Stubenofen, einen andern auf heiße Aſche geſtellt, und einen dritten in die Macbrid'ſche Geräthſchaft gethan; nach acht Stunden braußten alle drey, wie Cranz ſagt, nach Verhältniß der Verdunſtung der fetten Säure; die Geräthſchaft des Herrn Macbride verrichtet alſo nach ihm bey dieſen Verſuchen nichts weiter, als was ganz natürlich an der freyen Luft erfolgt ſeyn würde.

Cranz hat ſeine Unterſuchungen noch weiter getrieben, und eine große Menge Verſuche in demſelben Geräthe angeſtellt, indem er die Gefäße verſchloſſen hielt, und das Gewicht der angewandten Stoffe vor und nach der Verrichtung beobachtete. In der Flaſche, in welcher die zum Brauſen beſtimmten Miſchungen geſchahen, erfolgte allemal ein beträchtlicher Verluſt am Gewichte, dahingegen er in der andern Flaſche beſtändig einen Zuwachs am Gewichte erhalten hat.

Bey

Bey dieſem Verſuche hat Meyers ätzende Lauge einen Zuwachs von acht Gran am Gewichte erhalten.

Zerfloſſenes Weinſteinöl hat um 5 Gran zugenommen.

Hirſchhorngeiſt hat an 22 Gran gewonnen.

Gewöhnlicher Salmiakgeiſt hat nur 3 Gran erhalten.

Aetzendes flüchtiges Laugenſalz hat 22 Gran gewonnen.

Er hat die nämlichen Verſuche wiederholt, aber die zur Auffangung beſtimmte Flaſche offen gelaſſen, da ſie hingegen bey den vorhergehenden Verſuchen genau verſchloſſen geweſen war.

Das auf dieſe Art in der zur Auffangung beſtimmten Flaſche vorgeſchlagene Weinſteinſalz hat um 5 Gran zugenommen, und am Boden des Gefäßes iſt einiges feſtes Salz angeſchoſſen.

Meyers ätzende Lauge hat hingegen in drey Stunden 6 Gran verloren und einen Bodenſatz fallen laſſen.

Die Flüſſigkeit braußte hierauf mit Säuren, welches auch der Bodenſatz that.

Gewöhnliches flüchtiges Laugenſalz hat etwas am Gewichte verloren.

Aetzendes flüchtiges Laugenſalz hingegen hat einige Gran gewonnen und war daraus nicht mehr ätzend, ſondern milde und braußte.

Dieſe, bey den meiſten mit ätzenden Laugenſalzen und überhaupt bey faſt allen in dem Geräthe des Herrn Macbride angeſtellten Verſuchen, wahrgenommene Zunahme am Gewichte ſchienen ſtarke Beweis-

grün-

gründe zu Gunſten der Meynung des Herrn Black zu liefern. Indeſſen antwortet Cranz hierauf auf folgende Art: er gebe zwar zu, daß ſich die fixe Luft mit den in die zur Auffangung beſtimmte Flaſche gebrachten Flüſſigkeiten verbinde, und daß der Zuwachs, den ſie am Gewichte erhalten, von dieſer Urſache herrühre; aber er fügt hinzu, daß dieſe Flüſſigkeiten mit derſelben auf eben die Weiſe, als bloßes Waſſer, geſchwängert werden; er läugnet, daß hier eine Verbindung vorgehe, daß die Milderung der ätzenden Salze von dieſer Verbindung herrühre, und iſt der Meynung, daß dieſe Veränderungen von der Verdunſtung des ätzenden Stoffs, der fetten Säure, abhangen, welche das Laugenſalz mittelſalzig mache.

Um die Zeit, da Cranz die Lehre des Herrn Black von der in den Kalkerden und Laugenſalzen gebundenen Luft angriff, beſchäftigten ſich zwey Gelehrte, Herr de Smeth zu Utrecht und Prieſtley zu London, dieſen Gegenſtand durch neue Verſuche aufzuhellen. Sie gaben beynahe zu gleicher Zeit zwey mit wichtigen Entdeckungen angefüllte Abhandlungen heraus. De Smeth's Abhandlung kam zwar einige Monate ſpäter heraus, als Prieſtley ſeine Verſuche der königlichen Societät zu London vorgeleſen hatte; da aber des letztern Unterſuchungen ganz neue Anſichten gewähren, wodurch die Gränzen der Kenntniſſe in Anſehung dieſes wichtigen Gegenſtandes ungemein erweitert worden ſind, ſo habe ich lieber de Smeth's Bemühungen, welche mit den vorhergegangenen Lehren in einer ſo genauen Verbindung ſtehen, noch in dieſem Zeitraume erzählen, und Prieſtley's neue Entdeckungen für den folgenden aufbewahren zu müſſen geglaubt. De Smeth's Abhandlung iſt

in

in der Geſtalt einer Probeſchrift zu Utrecht im Octob. 1772. unter der Aufſchrift: diſſ. de aëre fixo in kl. 4. herausgekommen.

De Smeth ſetzt anfänglich feſt, daß wir die gemeine atmoſphäriſche Luft nur aus einigen phyſiſchen Wirkungen kennen, aber noch keine Begriffe von ihrer Beſchaffenheit, Zuſammenſetzung und chemiſchen Verbindung beſitzen, woraus er ſchließt, daß es gegen die Grundſätze einer geſunden Philoſophie ſtreite, wenn man behaupten wolle, ein Stoff ſey Luft, weil er eine oder andere Eigenſchaft äußere, welche er mit ihr gemeinſchaftlich habe; daß folglich alle diejenigen, welche von den elaſtiſchen Ausflüſſen, die entweder während der Gährung, oder dem Verbrennen, oder endlich dem Brauſen einer Säure, mit einem laugenſalzigen Stoffe, entbunden werden, geredet haben, in dieſen Irrthum verfallen ſind, daß ſie nur die Feinheit, Elaſticität und das eigenthümliche Gewicht dieſer Ausflüſſe in Erwägung gezogen haben, aber verſchiedene andere Eigenſchaften, welche der Luft nicht weniger weſentlich ſind, vergeſſen und bey Seite geſetzt zu haben ſcheinen; daß, nach dieſer Art zu philoſophiren, Waſſer in Dampfgeſtalt auch die Benennung der Luft führen müßte; daß man der elektriſchen Flüſſigkeit und einer unendlichen Menge unhaltbarer Dünſte den nämlichen Namen ertheilen müßte, welche bloß die Elaſticität und Feinheit der Luft beſitzen. Endlich geht de Smeth ſo weit, daß er ſagt, die Elaſticität ſey ein ſehr zweydeutiges Merkmal der Luft, man könne von jeder der Eigenſchaften, welche wir an ihr kennen, allein genommen das nämliche ſagen, und er nimmt ſich vor, ſolches in der Folge ſeiner Schrift zu erweiſen.

Nach-

Nachdem er durch ſchon bekannte Verſuche gezeigt hat, daß die Luft ein wirkliches Auflöſungsmittel ſelbſt in dem Verſtande ſey, welchen die Chemiker mit dieſer Benennung verbinden, daß ſie das Waſſer und die Dünſte auf eben die Weiſe, als das Waſſer die Salze, auflöſe, und dieſe Körper, gegen die Geſetze der Hydroſtatik, ſchwebend halte, ſo wendet ſich De Smeth zu Verſuchen über die Wirkung der Luft auf einige Körper, welche, wo nicht ganz neu, doch wenigſtens ſehr wenig bekannt ſind.

Szathmar hatte im Jahr 1771 in einer Probeſchrift von dem Luftzünder oder Hombergiſchen Pyrophor gezeigt, daß dieſer Stoff, ſelbſt während der Zeit, da er dampfte, ſich erhitzte und Feuer fieng, und beträchtlich am Gewichte zunahm. De Smeth hat die Umſtände dieſer Erſcheinung mit dem Herrn Hahn gemeinſchaftlich unterſucht, und das Reſultat ihrer Verſuche iſt kürzlich dieſes:

Hahn that den 22. Nov. 1771, 272 Gran Luftzünder auf eine genaue und ſcharf ziehende Wage; dieſer Luftzünder entzündete ſich bald, und innerhalb einer halben Stunde hatte er um 20 Gran am Gewichte zugenommen, am folgenden Tage 21 Gran und nach 7 Tagen noch 15 Gran Zuwachs erhalten, daß folglich die ganze Zunahme beynahe $\frac{1}{5}$ betrug, worauf keine merkliche Zunahme weiter als im Verhältniſſe der Abänderungen der Kälte, Wärme und Feuchtigkeit der Atmoſphäre erfolgte.

Zweyhundert Gran Luftzünder, der lange aufbewahrt geweſen war und ſich nicht mehr von ſelbſt entzündete, wurden eben ſo behandelt. Nach drey Tagen hatte ſolcher $\frac{1}{10}$ an ſeinem Gewichte zugenommen. De Smeth erinnert, daß die Zunahme bey

jedem

jedem Verſuche nur darum ſtärker geweſen iſt, weil keine Entzündung erfolgt, mithin weniger Hitze entſtanden iſt, und folglich weniger Theile verjagt und zu Dünſten geworden ſind.

Dieſe Wahrnehmungen über die Zunahme des Luftzünders an Gewicht haben dem Herrn de Smeth auf den Zuwachs gebracht, welcher bey dem lebendigen Kalk ſtatt findet. Zwölf Unzen deſſelben, welche auf einer Wage der Luft ausgeſetzt wurden, haben den erſten Monat hindurch beynahe ſichtbarlich am Gewichte zugenommen; dieſe anziehende Kraft hat hernach allmählig abgenommen und nach Verlauf eines Jahrs, oder 13 Monate, hatte ſie ganz und gar aufgehört. Der Kalk hatte binnen dieſer Zeit 4 Unzen 3 Quent. und 40 Gran an Gewicht zugenommen, war zu einem feinen Pulver geworden und entband den flüchtigen Geiſt aus dem Salmiake nur in einer trockenen Geſtalt.

Das ganze Gewicht dieſes Kalks betrug nach 13 Monaten alſo 16 Unzen 3 Quent. und 40 Gran. De Smeth wog davon 12 Unzen 3 Quent. und 40 Gran beſonders ab, und ſchloß darauf folgender Maaßen: Wenn 16 Unzen 3 Quent. 40 Gran in der Luft gelöſchten Kalks 4 Unzen 3 Quent. und 40 Gran aus der Atmoſphäre angezogenen Stoff enthalten, wie viele müßten denn 12 Unzen 3 Quent. und 40 Gran enthalten? Die Rechnung gab, daß ſolche Menge 3 Unzen, 2 Quent. $54\frac{1}{2}$ Gran betragen müßte. Man konnte natürlich glauben, daß dieſer auf ſolche Art aus der Atmoſphäre angezogene Stoff leicht im Feuer verfliegen würde; um ſich hievon Gewißheit zu ſchaffen, that er dieſe 12 Unzen 3 Quent. 40 Gran Kalk in eine irdene Retorte von derjenigen Art, wie man zur Uebertreibung

bung des Phosphors anzuwenden pflegt, und unterhielt das Feuer zwey Tage in einer ſehr heftigen Stufe der Hitze; während dieſer Verrichtung giengen 1 Unze 4 Quent. und 40 Gran reines Waſſer über, in welchem er durch alle Arten von Proben keine Spur eines ſalzigen Stoffs entdecken konnte. Wie aufmerkſam de Smeth hiebey auch war, ſo konnte er doch während der ganzen Zeit der Verrichtung keine Entbindung eines elaſtiſchen Stoffs wahrnehmen; da aber die Retorte, nachdem das Feuer ausgegangen war, einen Riß erhalten hatte, ſo ließ ſich aus dieſem Verſuche nichts gewiſſes ſchließen. Der Kalk wog, ſo wie er aus der Retorte genommen ward, 10 Unzen 5 Quent., welches mit 1 Unze 4 Quent. 40 Gran Waſſer, ſo in die Vorlage übergegangen war, in allem 12 Unzen 1 Quent. 40 Gran ausmachte. Die angewandte Menge betrug 12 Unzen 3 Quent. 40 Gran, woraus alſo folgt, daß während der Deſtillation nur 2 Quent. verloren gegangen waren. Offenbar iſt alſo die Entbindung von Luft, wenn eine vorgegangen iſt, bey weitem nicht ſo beträchtlich geweſen, als ſie es nach der Lehre des Herrn Black hätte ſeyn ſollen, nach welcher ſie beynahe die Hälfte des Gewichts der angewandten Kalkerde hätte ausmachen ſollen. Uebrigens verſichert de Smeth, daß der Rückſtand in der Retorte wirklicher lebendiger Kalk geweſen ſey.

Dieſer Verſuch giebt dem Herrn de Smeth Anlaß, zu bemerken, daß der an der freyen Luft gelöſchte und darnach in verſchloſſenen Gefäßen calcinirte Kalk nicht alles wieder verliere, was er aus der Atmoſphäre angezogen hatte; man hat nämlich geſehen, daß der gelöſchte Kalk, ehe er ins Deſtillirgeräthe gethan ward, 3 Unzen 2 Quent. 54½ Gran aus der At-

Atmoſphäre angezogenen Stoff enthielt; aber beym Deſtilliren hat er nur 1 Unze 7 Quent. 40 Gran verloren; mithin hat das Feuer 1 Unze 3 Quent. 14½ Gran nicht von demſelben ſcheiden können. Daſſelbe hatte auch ſchon Duhamel wahrgenommen.

Dieſer beſondere Umſtand bewog dem Herrn de Smeth, dieſen Verſuch in offenen Gefäßen zu wiederholen. Zu dem Ende that er die 4 Unzen, welche er von dem von der Luft gelöſchten Kalk noch zurückbehalten hatte, in einen Tiegel; dieſe mußten nach dem oben angegebenen Verhältniſſe 8 Quent. 47 Gran aus der Atmoſphäre angezogenen Stoff enthalten; inzwiſchen verlohr dieſer Kalk, wie er in einem Windofen einem ſehr heftigen Feuer ausgeſetzt ward, nur 7 Quent. 36 Gran wieder, und hatte folglich noch 1 Quent. und 11 Gran von dem aus der Atmoſphäre angezogenen Stoff bey ſich behalten. Als dieſer Kalk von neuem an die Luft geſtellt ward, erhielt er wieder einen Zuwachs von 4 Quent. 28 Gran am Gewichte.

De Smeth ſchließt aus dieſen Verſuchen: 1. daß der Kalk einen Stoff aus der Atmoſphäre anziehe, welcher ſich nicht wieder von demſelben verjagen laſſe, 2. daß der größte Theil der Zunahme des Gewichts, welchen er an der Luft erhält, bloß vom Waſſer herrühre, und die Luft nicht merklich durch die Verbindung ihres eigenen Weſens dazu beytrage. Er iſt mit dem Herrn Szathmar der Meynung, daß das nämliche von der Zunahme des Gewichts des Luftzünders gelte, welche ebenfalls bloß von der Feuchtigkeit herrühre. Man ſieht leicht, daß dieſe Behauptungen der Lehre des Herrn Black und ſeiner Schüler geradezu entgegenſtehen.

Nach einigen Betrachtungen über die Art, wie die Luft im Waſſer befindlich ſey, und über die Urſache des Siedens des Waſſers, unternimmt de Smeth zu beweiſen, daß, wenn die ätzenden Laugenſalze mit Säuren nicht brauſen, man dieſe Erſcheinung wahrſcheinlich nicht dem Mangel der Luft oder eines elaſtiſchen Stoffs zuzuſchreiben habe, als worüber er ſich folgender Maaßen äußert: Black und die Anhänger der fixen Luft behaupten, daß die ätzenden Laugenſalze darum nicht mehr mit Säuren brauſen, weil der Kalk, welcher ſehr begierig nach der fixen Luft iſt, ſie derſelben beraubt hat. Wäre dieſer Grundſatz richtig, ſo würde nothwendig zweyerley folgen: 1. daß den ätzenden Laugenſalzen aller zum Brauſen oder Sieden geſchickte Stoff gänzlich fehlen müßte, 2. daß ſie die Eigenſchaft zu brauſen auf der Stelle wieder erhalten müßten, wenn man ihnen eine hinlängliche Menge Luft wieder gäbe; nun zeige aber, fügt de Smeth hinzu, die Erfahrung, daß dieſe beyden Schlußfolgen der Black'ſchen Lehre gleich falſch ſeyen, und dieß ſucht er durch folgende Verſuche zu erweiſen:

1. Er ſtellte flüchtigen durch Kalk ausgetriebenen Salmiakgeiſt unter die Glocke; an das Geräthe war ein ſo eingerichteter Probebarometer angebracht, daß das Queckſilber in demſelben bey jedem Zuge des Stempels in die Höhe ſtieg, anſtatt, daß es bey den in Frankreich gebräuchlichen Luftpumpen fällt; ſobald das Queckſilber 25 Zoll hoch geſtiegen war, fieng der flüchtige Geiſt ſehr ſtark zu ſieden an.

2. Bey Wiederholung des nämlichen Verſuchs mit gewöhnlichem durch fixes Laugenſalz aus dem Salmiake getriebenen flüchtigen Laugenſalz ſtiegen, ſogar

bey einer noch vollkommenern Ausleerung, nur einige unmerkliche Bläschen auf.

3. Er ſtellte Seifenſiederlauge unter die nämliche Glocke. Sobald das Queckſilber bis 19 Zoll geſtiegen war, fieng ſie an, einige Bläschen zu zeigen, welche allmählig Perlen ähnlich wurden, jedoch auf der Oberfläche nicht zerſprangen; als das Queckſilber aber zu einer Höhe von 28$\frac{3}{4}$ Zoll geſtiegen war, wurden ſie viel größer und gelangten bis zur Oberfläche, ohne ſolche jedoch in die Höhe zu heben; ſehr viele blieben an den innern Wänden des Gefäßes ſitzen.

4. Die gewöhnlichen Laugenſalze haben, wenn ſie auch noch ſo lange im leeren Raume gehalten worden ſind, nie das geringſte Bläschen fahren laſſen, wofern ſie nicht ſtark erhitzt worden ſind.

Aus dieſen Verſuchen ſchließt de Smeth, daß die ätzenden Laugenſalze mehr zum Sieden geneigt ſind, als die gewöhnlichen; aber man ſieht leicht, daß er annimmt, die Eigenſchaft zu brauſen hange von dem nämlichen Grundſtoffe ab, welcher die Flüſſigkeiten zum Sieden bringt, welches unerwieſen iſt.

Ferner ſucht de Smeth zu erweiſen, daß die Mittheilung der Luft den ätzenden Laugenſalzen die Eigenſchaft, mit Säuren zu brauſen, nicht wiedergebe; zu dem Ende hat er zwey gebogene gläſerne Röhren an eine große Thermometerkugel blaſen laſſen, die Kugel mit ätzendem flüchtigen Laugenſalz angefüllt, und durch die eine Röhre geblaſen; allein ob er gleich dieſes lange Zeit fortgeſetzt hat, ſo hat doch das Laugenſalz die Eigenſchaft zu brauſen nicht erhalten.

Er hat fixes und flüchtiges ätzendes Laugenſalz in der in s'Graveſande's Naturlehre beſchriebenen

Einrichtung zur Verdichtung der Luft zu halten verſucht, und nicht bemerkt, daß es einige Veränderung erlitten hätte.

Aus dieſen Verſuchen ſchließt de Smeth: die Eigenſchaft der ätzenden Laugenſalze, nicht zu brauſen, rühre vielmehr von einem beygetretenen, als von einem entwichenen Stoffe her; es wäre denn, fügt er hinzu, daß der Kalk ihnen einen Stoff nähme und einen andern wiedergäbe, welches ſeiner Meynung nach ſchwer zu entſcheiden iſt.

De Smeth hat auch die meiſten Verſuche des Herrn Macbride über die Wirkung der Ausflüſſe der gährenden oder brauſenden Stoffe auf das Kalkwaſſer und auf die ätzenden Laugenſalze wiederholt, aber anſtatt der Macbrid'ſchen Geräthſchaft bloß einen gläſernen Kolben mit einem Stöpſelhelme gebraucht; unten in den Kolben thut er Kreide oder Laugenſalze, gießt dann vermittelſt eines Trichters durch die Stöpſelöffnung des Helms eine beliebige Säure hinzu, und verſchließt die Oeffnung ſchnell; endlich bindet er an das Ende vom Schnabel des Helms eine Phiole, in welche er Kalkwaſſer, ätzendes Laugenſalz und die übrigen Stoffe thut, welche er den Ausflüſſen der brauſenden oder gährenden Stoffe ausſetzen will.

Flüchtiges Laugenſalz, welches den Ausflüſſen eines durch die Auflöſung eines fixen Laugenſalzes im Vitriol- Salpeter- oder Salzſaurem bewirkten Brauſen in dieſer Geräthſchaft ausgeſetzt worden iſt, hat in allen drey Fällen die Eigenſchaft zu brauſen gleich gut erlangt und die feſte Geſtalt wieder erhalten.

Fixes ätzendes Laugenſalz iſt in der nämlichen Geräthſchaft brauſend geworden, aber nicht angeſchoſſen.

Die Verbindung der Eſſigſäure mit den verſchiedenen ſäurebrechenden Erden hat den nämlichen Erfolg bewirkt.

Als lebendiger Kalk anſtatt der Kalkerde genommen ward, ſo hat ſeine Verbindung mit den Säuren den ätzenden Laugenſalzen die Eigenſchaft zu brauſen nicht wieder ertheilt und ſie nicht zum Anſchießen gebracht.

De Smeth hat die nämlichen Verſuche mit Zucker wiederholt, welchen er mit Waſſer in dem nämlichen Kolben zum Gähren hingeſtellt hatte; ein andermal hat er Rockenmehl genommen, und in einer gewiſſen Menge Waſſer vertheilt; die Ausflüſſe, welche ſich entbanden, als die Gährung in voller Stärke vor ſich gieng, äußerten gleiche Wirkungen wie die Ausflüſſe der brauſenden Miſchungen.

Allemal, wenn das flüchtige ätzende Laugenſalz dieſer Probe unterworfen worden iſt, ſind an dem obern Theile der Flaſche, worin ſolches enthalten war, Anſchüſſe von flüchtigem Laugenſalze in verſchiedenen Geſtalten erfolgt; dergleichen Anſchüſſe ward man ſogar in der Flüſſigkeit ſelbſt gewahr, und wenn die Gährung ſtark vor ſich gieng, ſo war die Operation in 2 bis 3 Stunden zu Ende gebracht, und das Laugenſalz milde gemacht.

Ferner hat de Smeth wahrgenommen, daß bey dieſem nämlichen Verſuche beſtändig eine kleine Wolke von dem flüchtigen ätzenden Laugenſalze aufſtieg, welche ſich nach dem Schnabel des Helms hinzog, und daß zu gleicher Zeit eine innere Bewegung in der Flüſſigkeit wahrgenommen ward, welche ohngefähr der Dicke der Wolke entſprach und nach oben gerichtet zu

ſeyn ſchien. Die Anſchüſſe, welche man bey dieſen Operationen vom flüchtigen Laugenſalze erhält, trocknen auf Löſchpapier an der Luft leicht und haben beynahe gar keinen durchdringenden Geruch mehr.

Wenn die Gährung zu Ende geht, kann der elaſtiſche Dampf den ätzenden Laugenſalzen die Eigenſchaft zu brauſen noch ertheilen, aber er beſitzt die Kraft, ſie zum Anſchießen zu bringen, nicht mehr.

Kalkwaſſer wird bey den nämlichen Verſuchen trübe und läßt den in ihm enthaltenen Kalk fallen.

Auch hat de Smeth verſucht, Fleiſch in der nämlichen Geräthſchaft faulen zu laſſen; die Ausflüſſe haben den Kalk ebenfalls niedergeſchlagen, und den Laugenſalzen die Eigenſchaft zu brauſen wiedergegeben, nur ſind die Wirkungen etwas langſamer erfolgt. Was die Eigenſchaft, dieſe Salze zum Anſchießen zu bringen, betrifft, ſo iſt es ihm nicht möglich geweſen, hievon zu urtheilen, weil von den gährenden thieriſchen Stoffen feuchte Dünſte aufſtiegen, welche das Salz aufgelößt haben würden, wenn es auch zum Anſchießen geneigt geweſen wäre.

De Smeth nimmt ſich hernach vor, zu beweiſen, daß die elaſtiſchen Ausflüſſe, welche von den gährenden und brauſenden Subſtanzen entbunden werden, von der atmoſphäriſchen Luft weſentlich verſchieden ſeyen. Die vornehmſten Verſchiedenheiten, welche ſeiner Meynung nach Merkmale dieſer Ausflüſſe abgeben, ſind folgende:

1. Die Ausflüſſe des Brauſens und der Gährungen ertheilen den ätzenden Laugenſalzen die Eigenſchaft, mit Säuren zu brauſen, wieder und bringen die flüchtigen Laugenſalze zum Anſchießen: die atmoſphäriſche Luft

Luft aber äußert dieſe unter den nämlichen Umſtänden nicht.

2. Die atmoſphäriſche Luft unterhält das Feuer, nährt es und facht es an; ihr Beytritt iſt zur Flamme ſo weſentlich nothwendig, daß ſolche ohne ſie nicht beſtehen kann; die Luft des Brauſens und des Gährens hingegen iſt eine Feindin der Flamme und löſcht ſie auf der Stelle auf. Dieſer Thatſache hat ſich de Smeth durch eine große Menge von Verſuchen verſichert; überdem iſt dieſe Wahrnehmung auch allen denjenigen bekannt, welche Weine bereiten; man weiß, daß die Lichter in den Kellern, in welchen dieſe Flüſſigkeit gährt, ſogleich verlöſchen, wenn die Luft nicht hinlänglich erneuert iſt.

3. Die atmoſphäriſche Luft iſt nicht weniger zur Unterhaltung des Lebens der Thiere nothwendig, dagegen iſt ihnen die Luft der Gährung ſo ſchädlich, daß ſie diejenigen, welche ſie in einer hinlänglich großen Menge einathmen, als ein feines Gift tödtet, und aus dieſer Urſache fallen auch oft Unglücksfälle in den Kellern vor.

Diejenige Luft, welche beym Brauſen weggeht, iſt den Thieren nicht weniger ſchädlich, als die Luft der Gährungen; indeſſen iſt ſie von derſelben darin verſchieden, daß ſie nicht ſo, wie letztere, berauſcht und dem Körper nicht ſolche Lebhaftigkeit ertheilt, wenn man ſie in kleinen Portionen nimmt.

4. Die atmoſphäriſche Luft begünſtigt die Fäulniß eher, als daß ſie ſolche aufhalten ſollte; die Ausdünſtungen der gährenden und brauſenden Stoffe ſind dagegen ein ſtarkes fäulnißwidriges Mittel, wie Boyle zuerſt gefunden, Cotes in ſeinen Vorleſungen gelehrt,

lehrt, und Macbride nachher durch zahlreiche Verſuche bekräftigt hat.

5. Die Ausdünſtungen der Gährung ſind zuweilen mit einer wunderbaren Elaſticität begabt, aber ſie iſt nicht immer gleich, ſondern anfänglich ſehr beträchtlich, nachher wird ſie matter und endlich verliert ſie ſich ganz und gar; beynahe eben ſo verhalten ſich die Ausdünſtungen der brauſenden Miſchungen. Obgleich die Urſache dieſer Verſchiedenheiten nicht recht bekannt iſt, ſo kann man ſelbige demungeachtet mit der des Waſſers vergleichen, welches bald, wenn es zu Dünſten geworden iſt, durch die Hitze außerordentlich ſtark ausgedehnt wird und ähnliche Erſcheinungen als die Luft zeigt, bald, wenn es kalt geworden und verdichtet iſt, in tropfbarer Geſtalt als Waſſer zuſammengeht.

6. Die Ausflüſſe der Gährung ſind viel feiner als die Luft, und dringen durch Körper hindurch, welche dieſer ein undurchdringliches Hinderniß in den Weg gelegt haben würden; de Smeth hat ſie vermittelſt des Verklebens nicht zurückhalten können; eine um die Mündung eines Gefäßes, in welchem ein gährender Stoff enthalten war, gebundene feuchte Blaſe iſt während der größten Bewegung nicht ausgeſpannt worden, obgleich andere Verſuche gewiß darthaten, daß viele elaſtiſche Flüſſigkeit entbunden ward.

Aus allen dieſen Verſuchen und Betrachtungen, welche denſelben beygefügt ſind, ſchließt de Smeth, man habe den Ausflüſſen der Gährung und des Brauſens ſehr uneigentlich die Benennung der fixen Luft ertheilt; dieſer Stoff ſey ſeit langer Zeit bekannt; er ſey von van Helmont unter der Benennung des Gas, von Boyle unter dem Nahmen der künſtlichen Luft und von den Alten unter der Benennung des ae-

ſius beobachtet worden; er ſey es, welchen man durch die gefährliche Luft des Avernus, durch den vergifteten Hauch der Furien bezeichnet habe; ihm müßte die Urſache der traurigen Wirkungen der Hundsgrotte und einiger anderer unterirdiſcher Oerter zugeſchrieben werden.

Endlich ſchließt de Smeth, die fixe Luft, oder das Gas, ſey nicht ein und eben derſelbe Stoff, ſondern vielmehr ſehr abgeändert, vielfach und von einander verſchieden; anſtatt ein beſonderes Element in dem Verſtande, welchen die Chemiker dieſem Worte beylegen, zu ſeyn, ſey dieſer Stoff vielmehr urſprünglich nicht in dem Körper befindlich geweſen, von welchem er entbunden werde, ſondern ſey ein durch das Abreiben von dem Zuſammenſtoßen aller feſten und flüchtigen Theile entſtandenes Anſteckungsgift, und daher komme er nie anders zum Vorſchein, als in den Fällen, wo die Körper heftige innere Bewegungen, gewaltſame Stöße, leiden, ihre Theile gegen einander ſtoßen, einander verändern, zerſtoßen, verfeinern, wie bey der Gährung, dem Brauſen, dem Verbrennen u. ſ. w. Daher glaubt de Smeth, man müſſe ein

Gas der Weingährung (gas vinificationis)
Gas der Eſſiggährung (gas acetificationis)
Fäulungs-Gas (gas ſepticum)
Salziges oder vom Brauſen entſtehendes Gas (gas ſalinum ſ. effervescentiarum)
Waſſer- und Erde- oder unterirdiſches Gas (gas aquae et terrae, ſ. ſubterraneum)

unterſcheiden. Zur Beſtärkung dieſer Verſchiedenheit führt er nur die Gerüche an, das Gas der Weingährung jedoch ausgenommen, welches beſondere Erſcheinungen in der thieriſchen Oekonomie zeigt.

Hierauf prüft de Smeth mit wenigen Worten die Meynung derjenigen, welche glauben, die fixe Luft ſey das allgemeine Band der Anfänge. Aus dem Angeführten ſieht man leicht, daß die fixe Luft Fäulnißwidrig ſey, aber daraus folgt, ſeiner Meynung nach, noch nicht, daß die fixe Luft in dem Körper, aus welchem ſie entbunden wird, befindlich ſey, noch auch, daß ſie zum Zuſammenhange ſeiner Theile und ihrem geſunden Zuſtande etwas beytrage. Uebrigens bemerkt er, daß die Fäulnißwidrige Kraft nicht allein der fixen Luft eigen ſey, ſondern daß alle Produkte der Gährung die nämlichen Eigenſchaften beſitzen; daß der Weinſtein, Eſſig, Weingeiſt der Fäulniß in einem eben ſo hohen Grade widerſtehen, als die fixe Luft; endlich, fügt er hinzu, würde man alles, was die Schüler des Herrn Black von der fixen Luft ſagen, auf den Weingeiſt anwenden und durch die nämlichen Beweisgründe behaupten können, daß ſolcher der Kitt der Körper, das Band der Uranfänge wäre, welches doch ungereimt ſeyn würde.

Macbride hatte in der Art, wie die zuſammenziehenden Stoffe wirken, einen neuen Beweisgrund für die fixe Luft gefunden; ihre Fäulnißwidrige Kraft kam ſeiner Meynung nach nur von der Eigenſchaft her, welche ſie beſitzen, die Zwiſchenräume der Körper zu verengern, wenn ſelbige faulen, und folglich der Entbindung der fixen Luft, welche wegzugehen ſtrebt, zu widerſtehen; de Smeth widerlegt dieſen Beweisgrund und behauptet, wir ſeyen in der Kenntniß der Art, wie die zuſammenziehenden Stoffe wirken, noch zu weit zurück, als daß auch nur der ſchwächſte Beweis daraus gefolgert werden dürfte.

Aus Black's ganzem Werke ſchließt de Smeth, die Lehre von der fixen Luft beruhe nur auf unſichern und ſchwachen Gründen, könne, ſo wie ſie von ihren Vertheidigern vorgetragen werde, keine ernſtliche Prüfung aushalten, und werde nur eine vorübergehende Meynung ſeyn.

Zu dieſer Prüfung der Black'ſchen Lehre fügt de Smeth zwey wichtige Wahrnehmungen über die Luft der Utrechter Brunnen und über die von glühenden Kohlen weggehende Luft hinzu. Die Brunnen zu Utrecht ſind zwiſchen 28 Fuß tief; man pflegt Pumpen in ſelbige zu ſetzen und das Waſſer durch ſolche in die Höhe zu bringen, und bedeckt ſie darnach mit einer Art von Gewölbe. Wenn man dieſe Brunnen nach einiger Zeit aus einer oder der andern Urſach öffnet, ſo muß man ſie über zwölf Stunden offen ſtehen laſſen, ehe man hineinſteigt; wer eher hineinſteigen wollte, würde ſich der Gefahr eines plötzlichen Todes ausſetzen. Die Luft dieſer Brunnen löſcht die Lichter aus, wie Luft, welche durch Brauſen oder Gähren erhalten iſt; ſie ſchlägt auch den Kalk aus dem Kalkwaſſer nieder und verändert ihn zu einer Kalkerde; mit einem Worte ſie beſitzt alle Eigenſchaften der ſogenannten fixen Luft; indeſſen iſt das Waſſer, das man aus dieſen Brunnen ſchöpft, dennoch gleich geſund.

De Smeth hat ebenfalls erfahren, daß die Luft, welche durch glühende Kohlen gegangen war, viele Eigenſchaften mit der fixen Luft gemein hatte; ſie ſchlägt das Kalkwaſſer nieder und ertheilt den Laugenſalzen die Eigenſchaft, mit Säuren zu brauſen, wieder. De Smeth giebt die Mittel an, dieſe Luft in dem leeren Raume der Luftpumpe mit verſchiedenen Stoffen zu verbinden, und bemerkt, daß man, wenn

ätzendes flüchtiges Laugenſalz angewandt wird, in dem Augenblicke, da die Kohlenluft in die Glocke tritt, einen beträchtlichen Rauch wahrnimmt, welcher vom flüchtigen Laugenſalze aufſteigt.

Aus dieſer Anführung der Bemühungen des Hrn. Smeth ſieht man leicht, daß er eine mittlere Meynung zwiſchen der Black'ſchen und Meyerſchen anzunehmen geſucht hat, ſeine Lehre aber mit ſeinen eigenen Verſuchen nicht immer übereinſtimmt.

Ventilator.

D. Hales war auf die Meynung gekommen, daß der größte Theil der Schiffskrankheiten von der zwiſchen den Verdecken eingeſchloſſenen, durchs Athmen und Ausdünſten verdorbenen Luft herrühre. Dadurch ward er im Jahr 1741 veranlaßt, eine Maſchine zu erfinden, durch welche man aus eingeſchloſſenen Räumen, z. B. Krankenzimmern, Hoſpitälern, auf Schiffen u. dergl. die verdorbene Luft hinwegſchaffen, und durch friſche Luft erſetzen könne. Er gab derſelben den Nahmen eines Ventilators, und laß die Beſchreibung davon in einer Verſammlung der königlichen Societät im May 1741 vor. Im November eben deſſelben Jahrs meldete der königl. ſchwediſche Kapitain Martin Triewald dem Präſidenten der Societät zu London, Mortimer, daß er ebenfalls eine Maſchine zur Erneuerung der Luft auf den Schiffen erfunden habe, welche in einer Stunde 36172 Cubikfuß Luft auspumpe. Dieſer Maſchine bediente man ſich mit ſehr gutem Erfolg auf den Schiffen der ſchwediſchen Flotte und in Frankreich, wohin Triewald ein Modell derſelben geſchickt hatte. Beyde Erfindungen ſind einander ſehr ähnlich.

Des

Des Hales [q]) Ventilator beſteht aus zwey hölzernen Kaſten oder Parallelepipeden, deren jedes in der Mitte durch eine um ein Charnier bewegliche hölzerne Klappe getheilt iſt. Dieſe Klappen ſind an einer Seitenfläche des Kaſtens durch das Charnier befeſtigt, und ſtehen von den übrigen Seiten ringsum um $\frac{1}{20}$ Zoll ab. Sie ſind durch eiſerne Stangen an einem Hebel ſo befeſtigt, daß man durch Hin- und Herbewegen der Hebelſtange, wie bey dem doppelten Druckwerke, abwechſelnd eine Klappe um die andere erheben und wieder niederdrücken kann. An den Grundflächen jedes Kaſtens befinden ſich vier Ventile. Zwey derſelben öffnen ſich nach innen, zwey nach außen. Jeder Kaſten iſt an der Stelle, wo ſich die auslaſſenden Ventile befinden, mit einem vorliegenden kleinern Kaſten oder Parallelepipedum verbunden, in welches man bewegliche Röhren einſetzen kann, um durch ſelbige die Luft dahin zu leiten, wo man ſie nöthig hat.

Es iſt leicht zu begreifen, daß man es durch dieſe Maſchine in ſeiner Gewalt hat, ihrer verſchiedenen Stellung gemäß entweder die verdorbene Luft auszupumpen, oder friſche einzubringen. Im erſten Falle muß der Ventilator ſo ſtehen, daß ſeine einſaugenden Ventile mit dem Zimmer verbunden ſind, das Ende der Röhre aber hinaus in die freye Luft geht. In dieſer Stellung, welche D. Hales für die vortheilhafteſte hält, konnte man mit einem doppelten Kaſten in einer Stunde auf 25000 Tonnen Luft auspumpen, und die friſche Luft gieng dagegen ſo unvermerkt ein, daß

q) Treatiſe on ventilators. Lond. 1743. 2 ed. II. Vol. 8. Deſcription du ventilateur de M. *Hales*, trad. de l'angl. par *Demours*. Paris 1744. 8. Auszugsweiſe im Hamburg. Magaz. B. II. S. 25. f.

daß weder die Kranken, noch die Schlafenden im Zimmer einige Unbequemlichkeit empfanden. Doch bemerkt Hales, daß, wenn man recht reine Luft auf den Schiffen haben wolle, der Ventilator faſt immer in Bewegung erhalten werden müſſe. Um friſche Luft einzublaſen, müßte die Maſchine außerhalb des Zimmers ſtehen, und die Leitröhren ins Zimmer geführt werden, wobey aber der entſtehende Wind unbequem ſeyn würde. Hales ſagt in ſeinem Werke noch viel lehrreiches über die Mittel, die Geſundheit auf den Schiffen zu erhalten, und giebt den Rath, ſeinen Ventilator zur Reinigung der Luft in Kohlenſchächten, Pulvermagazinen u. d. gl., zum Trocknen des Getreides und Schießpulvers, imgleichen zur Einblaſung von Dämpfen, welche die Würmer und Inſekten tödten u. ſ. w. anzuwenden.

Da aber dieſe Maſchine viel Raum einnimmt, und zu ihrer Bewegung eine beſtändige Arbeit erfordert wird, ſo iſt ihr Gebrauch auf den Schiffen nicht allgemein geworden. Peter Wargertin [r]) bemerkt, es wäre wohl nichts natürlicher geweſen, als ſogleich auf eine ſolche Einrichtung zu denken, wie ſie täglich in Häuſern und Wohnzimmern gebraucht wird. Die Schornſteine und Ofenröhren wären ja nichts anders, als eine Art von Zugröhren, die den Rauch abzuführen dienen, welcher ſonſt an den Orten bleiben würde, wo man Feuer macht. Jedermann wiſſe aus Erfahrung, daß die alte Luft zugleich aus dem Orte gebracht werde, und neue Luft von ſelbſt durch Thüren, Fenſter und andere Oeffnungen hineindringe.

Nach-

r) Abhandl. der ſchwed. Akad. der Wiſſenſch. B. XIX. S. 77. f. der deutſch. Ueberſ.

Nachdem man die Küche auf das oberſte Verdeck des Schiffes verſetzt habe, habe man, ſagt Wargertin, nicht daran gedacht, daß das Feuer in ihr doch noch die Abwechſelung der Luft unter dem Schiffe erhalten könnte, wenn man nur Röhren dazu gehörig einrichtete. Durch das geringſte Nachdenken hätte man leicht finden können, daß Feuer oder Wärme, an das obere Ende einer Röhre angebracht, viel gewiſſer einen Zug erregt, als wenn es ſich an dem untern Ende, wie bey Heerden und Oefen, befindet: denn im letzten Falle könne ſeine Wirkung von allen den erwähnten und noch mehr Umſtänden verhindert werden, aber im erſten könne der Zug unmöglich fehlen.

Der verſtorbene Triewald habe ſelbſt ſeit 1721 dieſes Verfahren mit großem Vortheile angewandt, die ungeſunde Luft aus einer engliſchen Steinkohlengrube zu ziehen. Er ließ nämlich ein Rohr von Holz machen, deſſen eine Seite tief hinunter in den Schacht gieng; das obere Ende wurde oben am Tage in das Aſchenloch eines Windofens eingemauert, der in einiger Entfernung vom Schachte von Ziegeln aufgeführt war. In den Ofen ward über das Aſchenloch ein dichter eiſerner Roſt gelegt, auf welchem ſich die Steinkohlen und das Feuer befanden. Nachdem dieſes geſchehen und der Luft aller Zugang zum Feuer verſchloſſen war, der durch das Rohr ausgenommen, entſtand ein ſo ſtarker Zug durch das Rohr, daß der Schacht, welcher 40 Lachter tief war, innerhalb einer Viertel Stunde von den ſchädlichen Wettern ganz befreiet ward.

Triewald nannte dieſes ſeine glücklichſte Erfindung, und ließ die Beſchreibung davon in die Abhandl. der königl. Akad. der Wiſſenſchaften für 1741 ein-

einrücken, eben das Jahr, da er ſeinen Ventilator bekannt machte.

Der Engländer Sutton machte von Triewalds Erfindung eine glückliche Anwendung auf die Schiffe; jedoch iſt es unbekannt, ob Sutton für ſich auf dieſen Gedanken gekommen iſt, oder ob er ihn von Triewald entlehnt habe. Er übergab ſeine neue Art, Abwechſelung der Luft zu bekommen, im J. 1739 der engliſchen Admiralität; aber ſie genehmigte ſie nicht. Durch den Beytritt des D. Mead[s]) und einiger anderer Männer aber erhielt die Sache endlich eine ganz andere Geſtalt, die Erfindung ward gebilligt, und ein königlicher Befehl ausgefertigt, daß alle Kriegsſchiffe damit verſehen werden ſollten.

Suttons Einrichtung iſt folgende: die Küchenheerde auf den engliſchen Kriegsſchiffen haben zwey Boden, der obere iſt ein eiſerner Roſt, auf den man Steinkohlen oder Holz legt, der untere iſt eine Mauer, auf welche die Aſche fällt. Wenn das Feuer angezündet iſt, ſo verſchließt man die obere Oeffnung mit einem ganz dichten Deckel, die untere wird offen gelaſſen, ſo daß das Feuer die nöthige Luft durch den Roſt bekommen kann. Zwiſchen dieſen beyden Boden ließ Sutton drey oder mehr kupferne Röhren ſetzen, ſo lang, als die Dicke der Mauer, und ſo weit, als die Höhe zwiſchen den Boden es geſtattete. Dieſe Röhren gehen aus dem Ofen in ein luftdichtes Behältniß, das bey dem Heerde eingemauert iſt, und von welchem andere Röhren hinunter durch das Verdeck gehen, und auf die bequemſte Art in den Raum zum Pumpenplatze, oder wohin man ſie unten im Schiffe haben will,

s) Philoſ. Tranſact. for 1741. n. 462. p. 42.

will, geleitet werden. Wird nun das Feuer unter den Pfannen angezündet, ſo verſchließt man auch die untere Oeffnung, da alsdenn keine andere Luft zum Feuer kommen kann, als diejenige, welche aus dem Schiffe durch die Röhre gezogen wird, und dieſe ſteigt deſto häufiger auf, je ſtärker das Feuer brennt, und je dichter die Oeffnungen verſchloſſen ſind, daß keine Luft dadurch eindringen kann. Hieraus erhellt, daß ſolchergeſtalt ein Luftzug entſtehen muß. Sobald die eingeſchloſſene Luft im Schiffsraume durch Röhren herausgezogen wird, dringt ſtatt ihrer friſche Luft von ſelbſt und nach und nach durch alle Oeffnungen des Schiffs vermittelſt des Drucks und der Elaſticität der äußern Luft herein. So wird ein guter Luftwechſel im Schiffe unterhalten, ohne daß es jemanden Mühe oder Unbequemlichkeiten verurſachte, ſo lange das Feuer auf dem Heerde brennt, welches doch ohnedem zum Kochen den größten Theil des Tages nöthig iſt. Ja die Röhre zieht noch einige Stunden, nachdem das Feuer ausgegangen iſt, ſo lange nämlich die Heerdmauer noch warm bleibt.

Im Jahr 1765 legte die Akademie der Wiſſenſchaften in Schweden folgende Preisaufgabe vor: ob man nicht die Abwechſelung der Luft auf Schiffen noch vortheilhafter, als wie Hales, Triewald und Sutton ſolches angegeben haben, erhalten könne? Jakob Ventura[t]) zu Venedig erhielt den Preis. Dieſer bemerkt, daß, wenn man den Werth einer Maſchine prüfen, oder mehrere Maſchinen, die zu einer Abſicht beſtimmt ſind, mit einander vergleichen wolle, man

t) Abhandl. der ſchwed. Akad. der Wiſſenſch. B. XXVIII. S. 217. der d. Ueb.

man folgende Umſtände unterſuchen müſſe: 1. ob die Maſchine den Dienſt, zu dem man ſie verlangt, vollkommen leiſtet, 2. ob ſie einfach genug, und nicht allzukünſtlich iſt, 3. ob ſie geringe Koſten zum Gebrauche und zur Ausführung erfordert, 4. ob ihr Gebrauch bequem iſt, 5. ſie wenig Raum einnimmt, 6. ihre Wirkung bald thut, 7. unter dem Gebrauche nicht ſo leicht in Unordnung kömmt, 8. nicht auf einige Art gefährlich iſt, 9. ob ſie dauerhaft iſt, auch 10. zugleich zu mehrerem nützlichen Gebrauche dienen kann. Die Maſchine, welche alle dieſe Abſichten zugleich erfüllt, iſt ohne Zweifel als die allervortheilhafteſte anzuſehen.

Ventura's erſte Erfindung beſteht aus drey Haupttheilen und drey Hülfstheilen. Die Haupttheile ſind 1. ein hölzerner Kaſten in zwey Plätze abgetheilt, 2. in 4 kleinen Luken, und 3. in zwey Bälgen. Die Hülfstheile ſind 1. zwey Luftröhren, 2. zwey Rollen mit ihren Seilen, und 3. das äußere Behältniß ſelbſt.

Der Kaſten wird ganz dicht und einfach von Holz gemacht. Er iſt 2½ geometriſche Fuß lang, 2 Fuß 4 Zoll breit, auch ohngefähr ¾ Fuß hoch. Alle ſeine gegenüberſtehenden Seiten ſind mit einander parallel. Ein Zwiſchenbalken theilt den Kaſten inwendig der Länge nach in zwey Hälften, und iſt am Boden befeſtigt. An den ſchmalen Seiten des Kaſtens macht man länglichte viereckte Oeffnungen. An der einen Seite iſt die Oeffnung 9 Zoll lang und 6 Zoll breit, aber an der andern Seite 14 Zoll lang und 6 Zoll breit. Die erſte dient für die Luken, wo die Luft ausgetrieben wird, und die andere für die, wo die Luft hineingeht. Auch ſind die Luken länglicht vierecktigt; die längern Seiten 10, die kürzern 8 Zoll. Sie machen mit dem Boden

einen

einen Winkel von 55 Grad. Jede dieſer Luken beſteht aus zwey Bretern ſo zuſammen geleimt, daß die Faſern übers Kreuz liegen, damit ſie ſich bey Abwechſelung der Witterung nicht krümmen.

Die Boden der Bälge ſind auch länglicht viereckigt, die eine Seite 2 Fuß 4 Zoll, die andere 2 Fuß 2 Zoll. Die Falten werden von feinen Buchbinderſpänen oder dünnen Bretern gemacht, die man mit meſſingenen oder eiſernen Haken an einander befeſtigt, und mit dünnem Leder überzogen, wie man zu den Orgelbälgen braucht. Wenn ſie aus einander gehen, oder in Unordnung kommen, ſo kann ſie jeder mit ein wenig Tiſchlerleim zurechte bringen. Zu jedem Balge gehören ihrer ſo viele, als nöthig ſind, daß der Balg etwa 2 Fuß erhoben werden kann und 20 Cubikfuß Luft enthält. Sie deſto ſtärker zu machen, kann man ſie mit Pergament überziehen. Jeder hat im Boden ein länglicht viereckigtes Loch, wodurch ſie, jedes mit ſeiner Hälfte der Windlade, Gemeinſchaft haben.

Die Windröhren ſind cylindriſch von dichter Leinwand um hölzerne Reife genäht, einer geht in den andern, ſo daß die Röhren durch derſelben Zuſammenfügung nach Gefallen verlängert werden können. Damit ſich die Luft nicht zwiſchen der Leinwand und den Näthen durchdränge, überſtreicht man ſie mit etwas Leim, Kleiſter u. d. gl. Auch kann man die Röhren von Leder machen, oder von Holz, oder andern Materien. Der Durchmeſſer der austreibenden Röhre iſt 8 Zoll, und der, wo die Luft hineindringt, 11 Zoll, wenn ſie cylindriſch ſind, oder eben des Flächeninhalts, wenn ſie eine andere Geſtalt haben. Die Fläche der Oeffnung der ziehenden Röhre muß ein gewiſſes Verhältniß zur Fläche des Bodens des Balges haben, ſo

daß, je größer oder kleiner der Boden iſt, deſto größer oder kleiner die Fläche der Oeffnung der ziehenden Röhre wird. Die Fläche des Bodens muß ſich zur Fläche der Oeffnung verhalten, wie 728:98.

Die Rollen mit ihren Seilen dienen, die Bälge leicht zu erheben, deren Deckel mit vier Stricken zuſammengebunden ſind, damit einer zuſchließt, indem ſich der andere öffnet.

Die äußere Umkleidung iſt dazu gemacht, theils die Maſchine vor Beſchädigungen von außen, vor Waſſer, Staub u.ſ.w. zu verwahren, theils auch ſie leichter fortzuſchaffen.

Will man nun mit dieſer Maſchine verdorbene Luft aus einem Zimmer treiben, ſo ſetzt man ſie hinein, und bringt nur die kleinere Röhre daran, welche die verdorbene Luft durch irgend ein Luftloch austreibt; ſtatt deren dringt ſchon von ſelbſt gute und geſunde Luft durch alle Oeffnungen des Zimmers hinein. Eben das kann auch geſchehen, ohne daß man die Maſchine ins Zimmer bringt, wenn man nur die ziehende Röhre hineinbringt, und die Pumpe außen bewegt, wodurch die ſchädliche Luft ausgezogen wird. Man kann alſo auf zweyerley Art friſche und gute Luft hineinbringen, und treiben wohin man will. Will man in einem Zimmer die Luft nur in Bewegung ſetzen und dadurch verbeſſern, ſo ſetzt man die Pumpe hinein, und bewegt ſie ohne Röhren.

Ventura führt an, daß mit Hülfe dieſer Maſchine in einer Minute 800 Cubikfuß Luft ausgepumpt werden, mithin in einer Stunde 48000, welches ohngefähr ſo viel beträgt, als der kubiſche Inhalt des Schiffs unter dem Verdeck, den man, wenn es leer iſt, auf 50000 Cubikfuß rechnet.

Fer-

Ferner bemerkt er, daß dieſe Maſchine auch zur Reinigung der Luft in Krankenhäuſern, Gefängniſſen, Gruben, und an andern Orten, wo Abwechſelung der Luft nöthig iſt, gebraucht werden könne; folglich habe dieſe Erfindung alle Vortheile, die man verlangen könne.

Endlich ſtellt er eine Vergleichung ſeiner Maſchine mit denen von Hales und Triewald an, und zeigt auf vielfältige Art den Vorzug der ſeinigen.

Außerdem hat Ventura [u]) noch ein anderes Inſtrument zur Reinigung der Luft erfunden, welches auf eine vortheilhaftere Art durchs Feuer wirkt, als Sutton's Erfindung. Er nennt ſelbiges eine Aeripila, wegen der Aehnlichkeit mit Vitruvs Aeolipila.

Es iſt ein rundes hohles Gefäß 10 Zoll im Durchmeſſer mit zwey offenen kurzen Röhren oder Hälſen, und zwey Aeuglein an der Seite, um einen gebogenen Drath, womit man das Gefäß halten kann, dadurch zu ſtecken. Man macht es von irgend einer Materie, die vom Feuer nicht verzehrt wird, als Thon, Eiſen, Kupfer, oder einem andern Metalle, und etwas dick, damit es die Wärme deſto länger behält, wenn es einmal erhitzt iſt. Man kann es auch aus zwey Abſchnitten einer Kugel zuſammenſetzen, davon der eine beym Rande wohl und dicht in den andern geht.

Dieſe Luftkugel beſteht nur aus drey Theilen, dem Haupttheile, dem Gefäße ſelbſt, und zwey Hülfstheilen, dem Griffe und den Röhren.

Der

u) Abhandl. der ſchwed. Akad. der Wiſſenſch. B. XXVIII. p. 297. d. d. Ueberſ.

Der Gebrauch und Nutzen ſind leicht einzuſehen. Man ſetzt das Gefäß auf einen Dreyfuß, oder hängt es an dem Griff über oder an das Feuer, bey welcher Feuerſtätte man will, ſo thut es ſeine Wirkung, Luft zu ziehen. Soll aus einem Orte ungeſunde Luft gezogen werden, ſo ſetzt man ſo viele Röhren an das Rohr der Kugel zuſammen, bis ſie in dieſen Platz reichen. Iſt dann die Kugel ſelbſt an einem offenen Platze, ſo braucht man die obere Röhre nicht; iſt ſie aber an einem verſchloſſenen Orte, ſo ſetzt man auch die obere Röhre an, und verlängert ſie durch immer angeſetzte Stücke, bis ſie ein Fenſter oder irgend eine andere Oeffnung in die freye Luft erreicht. Die Wärme in der Kugel verurſacht alsdann einen ſtarken Luftzug durch die Röhre, ſo daß die ungeſunde Luft in kurzer Zeit hinausgeht.

Will man in ein Zimmer friſche Luft ſchaffen, ſo verlängert man die untere Röhre der Kugel bis zu irgend einer Oeffnung in die freye Luft. Befindet ſich die Kugel ſelbſt in dieſem Raume, oder geht die obere Röhre dahin, ſo wird der gewünſchte Luftwechſel nicht fehlen, ſchneller oder langſamer, nachdem das Feuer ſtark und der Platz groß iſt.

Hat man in verſchiedenen Zimmern zugleich Luftwechſel nöthig, ſo fügt man an die Hauptröhre ſo viele Nebenröhren, als zu den verſchiedenen Zimmern erfordert werden. Die Wirkung erfolgt allemal nach der Größe der Zimmer zuſammengerechnet, und nach der Stärke des Feuers. Um das Brennholz zu erſparen, kann man ſich hiezu vornämlich des Feuerheerdes bedienen, wo man kocht. Wird die Kugel in den Sonnenſchein geſetzt, ſo verurſacht ſie auch einigen Zug, aber nicht ſo ſchnell. Verlangt man nur einen Umlauf und eine

eine Erfriſchung in einem und demſelben Zimmer; ſo ſetzt man die Luftkugel auf ein Kohlenbecken, und führt eine Röhre gegen die Decke, die andere gegen den Fußboden. Eben das läßt ſich auch erhalten, wenn gleich das Feuer außer dem Zimmer iſt, nur das beyder Röhren Enden dahin gehen.

Ventura glaubt, daß dieſe ſeine Erfindung alle diejenigen Vortheile hat, die man von einer Maſchine verlangen kann; 1. leiſtet ſie zulänglich gute und verlangte Wirkung auf Schiffen und anderswo, 2. kann eine Maſchine kaum einfacher ſeyn, als dieſe, 3. koſtet ſie wenig, 4. beym Gebrauche werden wenige Koſten erfordert, weil allerley Brennholz dazu taugt, und man, ohne beſondere Feurung, den Küchenheerd dazu brauchen kann, wo doch ohnedem meiſtens Feuer gehalten wird; 5. nachdem die Kugel einmal aufgeſtellt worden iſt, braucht man nicht weiter auf ſie Acht zu geben, oder Mühe an ſie zu wenden, ſondern ſie thut ihren Dienſt von ſelbſt, 6. kann keine andere Maſchine zu eben dieſem Gebrauche weniger Raum einnehmen, 7. ihrer einfachen Einrichtung wegen wird ſie nicht leicht in Unordnung kommen, und wenn ſich ſolches ereignet, iſt ihr Fehler leicht zu verbeſſern, 8. es iſt keine Gefahr bey ihr; denn da kein Feuer in die Kugel kommt, kann auch keins durch die Röhren fallen, 9. wenn die Kugel von Metall gemacht wird, hält ſie ſo lange, als Metall dauert; und endlich 10. läßt ſich dieſe Vorrichtung mit Nutzen brauchen, nicht nur Luftwechſel auf Schiffen zu erhalten, ſondern auch in Gruben, Kellern und Wohnzimmern, wo man es nur verlangt. Wohnzimmer laſſen ſich auch auf dieſe Art ohne beſondere Feurung erwärmen, denn wenn die Kugel warm iſt, giebt ſie allemal warme Luft von ſich, wenn die obere Röhre nicht gar zu lang iſt.

Endlich vergleicht Ventura ſeine Erfindung mit der des Sutton, und findet ſie in vielen Rückſichten zu der Abſicht weit vortheilhafter als die des letztern, und bemerkt, daß es vortheilhaft ſeyn könne, auf großen Schiffen, welche lange Reiſen thun ſollen, ſeine beyden Erfindungen mit ſich zu führen, um jede nach Umſtänden zu gebrauchen.

Als die königliche ſchwediſche Akademie der Wiſſenſchaften die Preisfrage, wie auf eine vortheilhaftere Art Luftwechſel auf den Schiffen zu erhalten wäre, aufgab, kam Carl Wilcke x) auf eine Erfindung, die er damals weder vollkommener machte, noch überreichte; er bemerkt aber, ſie ſey ſo einfach, von ſo ſicherer Wirkung, geringen Koſten, und leichtem Gebrauche, daß ſie doch nicht verdiente, in Vergeſſenheit zu kommen.

Wenn man eine hohle Glocke, Tonne, Trichter, oder was für ein hohles Gefäß man will, mit der Oeffnung ins Waſſer ſteckt, ſo wird die Luft darin eingeſperrt und, indem man es, wie die Täucherglocke, niederſenkt, zuſammengedruckt nach Verhältniß der Höhe des Waſſers über dem Gefäße. Macht man oben in dieſem Gefäße eine Oeffnung, ſo fährt die eingeſchloſſene Luft da heraus mit einer Stärke und Geſchwindigkeit, welche der Höhe des Waſſers gemäß iſt, und das Gefäß wird mit Waſſer erfüllt. Verſchließt man dieſe Oeffnung wieder, und zieht das Gefäß nun aus dem Waſſer heraus, ſo erhebt ſich, wegen des Drucks der Atmoſphäre auf das umliegende Waſſer, alles Waſſer mit, das in das Gefäß getreten war, und

x) Abhandl. der ſchwed. Akad. der Wiſſenſch. B. XXXII. S. 3. d. deutſ. Ueberſ.

und wiegt mit dem Gefäße. Macht man nun die Oeffnung wieder auf, ſo fällt dieſes Waſſer nieder, und die Luft dringt mit einer Geſchwindigkeit hinunter, welche der Waſſerſäule gemäß iſt. Hat das Gefäß zwey Oeffnungen, die mit Ventilen verſehen ſind, von welchen das eine ſich einwärts, das andere ſich auswärts öffnet, ſo werden dieſe Ventile, nachdem man das Gefäß über die Waſſerfläche erhebt oder niederſenkt, abwechſelnd ſich öffnen und ſchließen, und ſo wird in dem Gefäße ein Luftwechſel entſtehen, den man durch Anbringung dienlicher Röhren leiten kann wohin man will, wie ein darnach eingerichtetes Modell am beſten zeigt.

Ein cylindriſches Waſſergefäß ſteht auf einem Fuße, von dem zwey Säulen aufwärts ſtehen, und ein Querbret tragen. Durch dieſes Querbret geht eine Luftröhre nieder, die ſich oben in eine Querröhre öffnet, worin zwey Ventile ſind; beyde öffnen ſich nach einer Seite.

Der Hals der Glocke ſelbſt paßt genau um die niederwärts gehende Röhre; er iſt mit Wolle, Tuch, Frieß oder Leder gefüttert, und kann alſo leicht an ihr auf und nieder geſchoben werden, ohne daß allzuviel Luft zwiſchen durch geht. An der Querröhre Enden befeſtigt man lange Luftröhren, die nach Ventura's Art gemacht ſind, und leitet ſolche wohin man will.

Füllt man nun das cylindriſche Gefäß mit Waſſer, und ſchiebt die Glocke vermittelſt eines Griffs darin auf und nieder: ſo dringt die Luft beym Erheben durch das eine Ventil hinein, und wird beym Niederſenken durch das andere Ventil hinausgetrieben. Solchergeſtalt wird allemal ſo viel Luft gewechſelt als die Glocke enthält. Dieſe Vorrichtung kann im Klei-

nen an jedes Gefäß, das man bey der Hand hat, angebracht werden. Im Großen läßt ſie ſich auf Schiffen mit noch weniger Umſtänden auf folgende Art bewerkſtelligen.

Die Glocke wird in Geſtalt eines großen Sacks von dichtem Seegeltuche gemacht; wenn dieſes naß wird, ſo hält es Luft genug zu gegenwärtiger Abſicht. Der Sack, welcher an einem Ende offen iſt, wird wie ein Fiſchbeinrock über einige Reifen geſpannt, die ihn hindern, von dem geringen Drucke der Luft, welcher den leichten und großen Ventilen gemäß iſt, zuſammen zu fallen; am untern Ende beſchwert man ihn mit Bley, daß er ſchnell genug im Waſſer ſinkt. Oben wird er doppelt gemacht und mit eingenähten Schnüren verſtärkt. Mitten an ihm wird eine Hülſe von Kupfer befeſtigt, die man mit Boy, Frieß, Hutfilz u. dergl. füttert, damit ſie an der Luftröhre leicht auf und nieder geht. Das übrige iſt einerley mit dem Modelle, welches der königlichen Akademie übergeben ward, wenn man nicht um leichterer Bewerkſtelligung willen die niedergehende Röhre von Leder, wie einen Puderquaſt, mit eingeſetzten Ringen machen will. Zum Geſtelle der ganzen Maſchine wird ein Stock oder Balken vom Schiffe herausgelegt, darin die Querröhre mit den Ventilen befeſtigt wird. Dieſer Balken hat zwey Rollen, über welche Seile ins Schiff hinein geleitet werden. Ein einziger Mann zieht dieſe Seile, wenn der Sack über Bord ins Seewaſſer hinabhängt, und die Leitröhren werden, wohin man will, geführt, können auch leicht an beſtändige innerhalb des Schiffs befeſtigte Röhren angebracht werden.

Die Vortheile dieſer Maſchine ſind nach Wilke folgende: 1. kann jeder Seemann, der ſie nur kennt, ſie leicht verfertigen, einrichten und brauchen, 2. koſtet

ſiet ſie in Vergleichung mit allen übrigen ſehr wenig, 3. kann ſie größer gemacht werden, und folglich ſchneller wirken, als irgend eine andere, 4. nimmt ſie ſowohl beym Gebrauche, als außer demſelben keinen Raum im Schiffe ein, 5. erfordert ſie wenig Kraft, ein Mann kann ſie regieren, 6. giebt ſie zwiſchen den Wendekreiſen, wo eine heiße ſtillſtehende Luft die Seefahrenden ängſtet, die beſte kühlende erfriſchende Luft, die man daſelbſt nur haben kann, u. ſ. w. Sollte ſie, wenn die See zu ſtark geht, unbrauchbar ſeyn, ſo hat ſie das mit allen übrigen gemein. Aber da wir jetzt wüßten, daß Schiffe ohne alle Reinigung der Luft lange Reiſen thun, ſo ſcheine es, ſie werde nicht öfter nöthig ſeyn, als wenn man ihre Vorrichtung bewerkſtelligen könne.

Viertes Kapitel.

Entdeckungen und Beobachtungen in der Lehre vom Feuer.

Weſen des Feuers.

Der P. Caſtel hatte mit Andern behauptet, daß das Feuer eine ponderable Materie von eigener Natur ſey, und daher eine Schwere beſitze. Unter andern glaubte er dieß aus der Erfahrung ſchließen zu dürfen, daß das Feuer brennender Kohlen oben verlöſche, und ſich mehr hinunterwärts ziehe, da es im Gegentheil nie von unten herauf in die Höhe komme. Ja er war ſogar der Meynung, daß das Feuer die ſchwerſte Materie unter allen Subſtanzen einer Sphä-

re

re ſey. Ein ungenannter engliſcher Gelehrter[y]) ſucht dieſe Meynung, daß das Feuer ſchwer ſey, zu widerlegen; er ſagt, ſie ſey nicht allein aller Erfahrung entgegen, ſondern ſie beleidige auch die Vernunft. Nach ihm iſt das Feuer bloß ein Zuſtand entzündeter Körper; wie könnte man aber einem Zuſtande eine Schwere beylegen? Die Erfahrung des P. Caſtel, daß ſich das Feuer herabwärts ziehe, laſſe keinesweges die Folge zu, welche er daraus zieht; man könne daraus nichts weiter ſchließen, als: das Feuer gehe auch nach unten hin aus Urſachen, welche uns noch unbekannt wären. Sobald glühende Kohlen angeblaſen würden, ſchlüge die Flamme, oder ihr Feuer, allemal aufwärts; würden ſie aber nicht angefacht, ſo bliebe das Feuer mit der Subſtanz der Kohle verbunden, und bilde keine Flamme mehr; dieſe ſey flüchtig, jenes Feuer hingegen nicht, welches vielmehr dem Körper adhärent ſey, wie es der Zuſtand deſſelben erfordere. Das Feuer ſey bloß das Princip der Flamme, und die Flamme eine Produktion dieſes Princips von derſelben Natur. Man habe daher Grund genug zu glauben, daß beyde, das Feuer und die Wärme, aufwärts ſtiegen, und zwar ſo lange, als es ihnen möglich wäre.

Außerdem führt er noch folgende Beobachtung an, durch welche er die Meynung, daß das Feuer ſchwer ſey, zu widerlegen glaubt: er nahm ein glimmendes Stück Holz, brachte die Hand in einer Entfernung von drey Zoll ſenkrecht unter ſelbiges, und bemerkte den Wärmegrad; nachher hielt er auch die Hand

y) Lettres critiques écrites d'Angleterre au *R. P. Caſtel*, ſur trois articles importans et ſurprenans de ſon nouveau ſyſtème de la peſenteur univerſelle, par le Chevalier *** im Journal de ſavans. T. LXXVIII. Juillet.

Hand ſenkrecht über ſelbiges in der nämlichen Entfernung, und fand wenigſtens, daß die Wärme unterwärts nicht größer als oberwärts war, vielmehr glaubte er ſie oberwärts größer gefunden zu haben. Wenn alſo die Wärme nach unten und oben ſich auf eine gleichförmige Art verbreite, wie könnte, fragt er, das Feuer ſinken? Denn wenn es herabfiele, ſo müßte nothwendig folgen, daß man nach unten eine größere Wärme empfinden müßte, als nach oben. Er ſchließt vielmehr, daß ſich das Feuer nach allen Seiten mit gleicher Stärke verbreite.

Nieuwentyt [z]) führt mehrere Urſachen an, welche es glaublich machen ſollen, daß das Feuer eine Materie von eigener Beſchaffenheit ſey, ob es gleich nicht immer brenne.

Die erſte Urſache leitet er vom Brennen des Holzes und des Torfes her. Es befänden ſich nämlich die Feuertheilchen im Holze und im Torfe, welche beym Verbrennen deſſelben entwichen, und der Rückſtand, oder die Aſche, wäre bloß eine der Feuertheilchen beraubte Subſtanz, welcher alſo nie brennen könnte.

Die andere Urſache ſetzt er in die ſchnelle Bewegung der Körper an einander, wodurch Hitze und endlich Feuer erzeugt wird. Wenn nun, ſagt er, hiebey keine beſondere Materie im Spiele wäre, ſo ließe es ſich nicht einſehen, warum das Waſſer, deſſen Theile an einander aufs heftigſte bewegt würden, nicht erhitzt, ſondern vielmehr erkältet werde. Indeſſen ſey die

z) Obſervations curieuſes ſur toutes les parties de la phyſique, extraites des meilleurs auteurs. T. III. à Paris 1730. 12.

die Luft zur Unterhaltung des Feuers ſo nothwendig, daß es ohne ſie gar nicht ſtatt haben könne. Seiner Meynung nach dienen aber nicht alle Theile der Luft, ſondern nur einige hiezu. Da das Feuer durch einige Körper mehr als durch andere unterhalten werde, ſo ſey es ſehr wahrſcheinlich, daß es eine Materie von eigener Art ſey. Nieuwentyt ſucht dieß durch eine Erfahrung zu beweiſen, welche er mit einem Lichte gemacht hat; er brachte nämlich ſelbiges in eine Bouteille, und bließ Luft mit dem Munde hinein. Er bemerkte, daß es etwa 10 Minuten fortbrannte, wenn die eingeblaſene Luft einige Zeit in der Lunge geweſen war; dagegen brannte es viel länger, wenn die eingeblaſene Luft nicht aus der Lunge kam, ſondern bloß aus der atmoſphäriſchen Luft vom Munde eingeſogen war. Nieuwentyt ſchließt hieraus, daß die Luft in der Lunge die Eigenſchaft zur Unterhaltung der Flamme verliert; daß eine und dieſelbe Luftart zur Reſpiration und zur Flamme nothwendig ſey, und daß bloß gewiſſe Theile derſelben zur Unterhaltung des Feuers dienlich ſeyen.

Die dritte Urſache ſucht er in den Wirkungen des Feuers auf die Körper, welche den Wirkungen des Waſſers und der Luft ähnlich zu ſeyn ſcheinen. So wirke das Feuer auf die Körper eben ſo, wie das Waſſer auf das Salz, und das Scheidewaſſer auf Eiſen. Man könne es daher als ein Auflöſungsmittel der Körper anſehen.

Der Abt Nollet [a]) bemerkt, daß es noch unbekannt ſey, ob das Feuer eine einfache und unveränderliche Materie ſey, oder ob ſein Weſen in einer bloßen

a) Leçons de phyſique experim. T. IV. ed. 12. leç. XII.

ßen Bewegung, oder in der Gährung der brennbaren Theile beſtehe. Er iſt überzeugt, daß es eine Materie, ein Princip des Feuers, gebe, welches eine und die nämliche Materie iſt, welche brennt und erleuchtet; mit einem Worte er hält das Feuer und das Licht für eine und dieſelbe Subſtanz, die bloß auf verſchiedene Art modificirt ſey.

Wenn man die Natur des Feuers näher unterſuche, ſo finde man, daß es nicht in einer innern Bewegung der erhitzten Theile beſtehen könne; denn alle Bewegung laſſe nach, indem ſie ſich in einen größern Theil der Materie verbreite, das Feuer aber theile ſich mit Zuwachs mit. Es müſſe alſo eine von den brennbaren Theilen ganz unabhängige Urſache geben, welche die anfängliche Flamme vermehre, oder eine andere Urſache, welche durch ihre eigene Wirkung freyer und thätiger werde.

Das Feuer ſey in Rückſicht der innern Beſchaffenheit eine wahre Materie, weil es alle weſentliche Eigenſchaften derſelben beſitze, die Dichtigkeit und Ausdehnbarkeit; es ſey beweglich und wahrſcheinlich auch ſchwer wie alle andere Körper; ſeine Natur ſey beſtändig und unveränderlich. Das Elementarfeuer müßte als ein ſolches flüſſiges Weſen betrachtet werden, welches nie aufhöre zu ſeyn, und den Grund aller Flüſſigkeit in ſich enthalte.

Von allen flüſſigen Körpern, die wir kennten, gebe es keinen einzigen, deſſen Theile ſo fein und zart wären, als die des Feuers. Die größten Maſſen, die dichteſten und feſteſten Körper erwärme es, und durchdringe ſie nach und nach; es müßten daher die Feuertheilchen äußerſt feſt ſeyn, weil ihnen nichts widerſtehe.

Das bewundernswürdigſte dieſes Elements, welches alles körperliche zertheile und zernichte, ſey dieß, daß es allenthalben anzutreffen ſey, und ſich thätig erweiſe; nichts beweiſe ſeine allgemeine Gegenwart beſſer, als die Erſcheinungen der Elektricität. Man könne ſagen, daß die elektriſche Materie und die Materie des Feuers weſentlich mit einander zuſammenſtimmten.

Eine Menge anderer Phyſiker war noch mit Carteſius der Meynung, daß das Feuer in der heftigſten Bewegung der Wirbel des erſten Elements beſtehe, welche den Oeltheilchen, die in den verbrennlichen Körpern enthalten ſind, eine ſtarke Erſchütterung mittheilen. Dieſe erſchütterten Oeltheilchen verjagen die körperlichen Theile durchs Feuer in derſelben Zeit, da ſie in den Wirbeln des zweyten Elements Schwingungen hervorbringen, und daher entſtehen Hitze und Licht, welche die vornehmſten Eigenſchaften ſind, woran man das Feuer erkennt.

Inzwiſchen hatte Stahls Lehre vom Phlogiſton unter den Chemikern großen Beyfall gefunden. Ihre Begriffe vom Phlogiſton waren aber ungemein verſchieden. Boerhaave unterſchied das Feuer, als eine Materie von eigener Art, von dem Phlogiſton. Macquer [b]) ſieht mit vielen andern Chemikern die Lichtmaterie als das reine elementariſche Feuer an. Sobald aber dieſe ein Beſtandtheil der Körper ſelbſt geworden iſt, bekommt ſie bey ihm den Namen des Brennbaren oder des fixen Feuers, und die Wärme beſteht in einer heftigen durch Erſchütterung erzeugten Bewegung aller gleichartigen und ungleichartigen, beſonders aber der brennbaren Theile, die einen Körper ausmachen. Nach ſeiner Meynung iſt das Feuer eine ſehr

b) Chemiſches Wörterbuch. Art. Feuer.

ſehr zarte Materie, von unendlich feinen und kleinen Theilchen, die gar keinen Zuſammenhang unter einander haben, und durch eine immerwährende reiſſende Bewegung getrieben werden. Daher iſt es ſtets flüſſig, ja ſogar die einzige Urſache aller Flüſſigkeit auch in andern Körpern. Hierauf unterſucht er, ob Wärme und Licht von einer einzigen oder von verſchiedenen Subſtanzen herrühren. Daß das Licht eine eigene Subſtanz ſey, hält er für entſchieden, da man deſſen Bewegung und Geſchwindigkeit kenne, auch ſeine Richtung zu ändern, es zu ſammlen, zu zerſtreuen, in die Zuſammenſetzung der Körper zu bringen und daraus wieder zu ſcheiden vermögend ſey. Die Wärme hingegen ſcheint ihm ein bloßer Zuſtand zu ſeyn, deſſen jede materielle Subſtanz fähig iſt, ohne daß ſie dadurch aufhört, das zu ſeyn, was ſie iſt; daher er ſie endlich für eine innere Bewegung der Theile der Körper erklärt. Da nun das Licht, wie die Brenngläſer erweiſen, Wärme erregt, auch in den meiſten Fällen die Wärme, wofern ſie nur ſtark genug iſt, Licht hervorbringt, ſo trägt er kein Bedenken, beyde Wirkungen einer und derſelben Subſtanz zuzuſchreiben. Die verbrennlichen Körper beſitzen die Eigenſchaft, wenn ſie durch die Wärme bis zum Glühen gebracht ſind, alle Erſcheinungen und Wirkungen des Feuers ſelbſt hervorzubringen, ſo lange, bis alles Licht, welches in ihrer Miſchung war, daraus gänzlich entbunden iſt. Daher giebt es drey Arten, das Feuer hervorzubringen, deren man ſich in der Chemie und den Künſten bedienen kann, nämlich der Stoß des Lichts, das Reiben, Schlagen und Stoßen, und die Verbrennung entzündlicher Materien. Das Licht wirkt auf die Körper, als Feuerweſen, bloß alsdann, wenn es in ihnen Wärme hervorbringen kann; und alle Wirkungen, die es in

dieſer Abſicht thut, laſſen ſich auf eine einzige, auf Ausdehnung, zurückbringen. Das von den Körpern zurückgeworfene Licht macht ſie ſichtbar, und wirkt als Licht; das in ſie eindringende erwärmt, und wirkt als Feuer, obgleich beydes eine und eben dieſelbe Materie iſt.

Indeſſen hat man ſchon längſt behauptet, daß die Verkalkung eine Beraubung des Phlogiſtons ſey. Da nun die Metallkalke einen beträchtlichen Zuwachs am Gewichte erhalten, die Calcination des Kalkſteins aber demſelben eine große Verminderung am Gewichte ertheilt, ſo ſchien es Einigen widerſprechend, daß beym Verluſte des Phlogiſtons dem Kalke mehr Feuertheile beytreten ſollten, und die Sache blieb bey einer Menge darüber aufgeſtellter Hypotheſen immer ein unerforſchliches Räthſel [c]). Johann Friedrich Meyer [d]) glaubte dieß durch ſeine angenommene fette Säure aufzulöſen. Er unterſcheidet nämlich die erſte reinſte Materie des Feuers, die fette Säure, und das Phlogiſton von einander. Die reinſte elementariſche Feuermaterie iſt nach ihm das Licht. Aus ihr und einem übrigens noch unbekannten ſauren Salzweſen läßt er die fette Säure entſtehen, welche bey jeder Verbrennung und Verkalkung in Bewegung geſetzt werden, und die Materie des gemeinen Küchenfeuers ausmachen ſoll. Das Phlogiſton beſteht nach ſeiner Meynung aus dem Lichte, der fetten Säure, Er-

c) Diſſ. ſur la cauſe de l'augmentation de poids, qui certaines matières acquièrent dans leurs calcination par le *P. Béraud.* à la Haye 1748. 8. *Vogel* progr. quo experimenta chemicorum de incremento ponderis corp. calcinat. examinat. Gotting. 1753. 4.

d) Chymiſche Verſuche zur nähern Erkenntniß des ungelöſchten Kalks. Hannov. und Leipz. 1764. 8.

de und Waſſer, und wird von ihm nicht als ein beſonderes Princip, ſondern vielmehr als eine Zuſammenſetzungsart angeſehen, welche in jedem Körper, der brennen ſoll, vorhanden ſeyn muß.

Pott [e]) ſetzt die Natur des Feuers in die genaue Vermiſchung und Bewegung des Lichtweſens mit einer zarten brennlichen Erde, die er auch das Feuerweſen des Phlogiſtons, oder gemeines reines Feuer nennt.

Die ältern Phyſiker haben faſt durchgängig das Feuer mit der Flamme ſelbſt verwechſelt, und für eine einfache elementariſche Subſtanz gehalten. Newton aber nahm die Flamme für einen entzündeten und glühenden Dampf an, oder für eine Sammlung der aus den brennenden Körpern aufſteigenden Dämpfe, welche durch die Hitze entzündet werden. Eben dieſer Meynung ſind auch viele Andere, welche das Feuer als eine beſondere Materie anſahen, als Boerhaave, Muſſchenbroek, Macquer und Nollet. Letzterer erklärt ſelbſt hieraus die kegelförmige Geſtalt der Flamme. Ohne äußere Gegenwirkung nämlich würden ſich die Dämpfe, mithin auch die glühenden, kugelförmig verbreiten. Sie ſind aber mit Luft umgeben, in welcher ſie nach hydroſtatiſchen Geſetzen geradlinicht in die Höhe ſteigen, und da ſie in einem beſtändigen Strome fortgehen, ſo muß ſich hierdurch die ſphäriſche Geſtalt in eine cylindriſche verwandeln. Nun gehen die Dämpfe viel weiter hinaus, als wir die Flamme ſehen; ſie glühen nur nicht mehr, weil die umgebende Luft ſie zu ſehr erkältet. Dieſe Erkältung

e) Vom Licht und Feuer, in deſſen Lithogeognoſie. Th. I. S. 66. 70.

tung fängt an den äußern Theilen an, indem der Kern oder die Axe der Flamme die Glühehitze am längſten behält; daher müſſen die äußern Theile der Flamme nach oben zu immer mehr verlöſchen, und die kreisförmige Gränze derſelben muß ſich immer weiter gegen die Axe zuſammenziehen, woraus natürlich die kegelförmige Geſtalt entſteht.

Stahl [f]) hat zuerſt bemerkt und erwieſen, daß die Flamme wäſſerige Theile enthalte, und behauptet, daß Körper, die kein Waſſer in ſich haben, auch keine Flamme geben, wenn ſie nicht Feuchtigkeit aus der Luft an ſich ziehen können, oder mit Waſſer, das aber in ſehr feine Theile oder Dämpfe zertrennt ſeyn müßte, verſehen werden. So geben nach ihm die Kohlen und der Zink eine Flamme, indem ſie von auſſen her Feuchtigkeit an ſich ziehen. Eben dieß hat Pott durch neue Verſuche zu beſtätigen geſucht; daher iſt er der Meynung, daß Waſſer oder feuchte Luft, welches zu dem in Bewegung geſetzten Phlogiſton hinzukommt, mit dieſem die Flamme hervorbringt.

Auf das Jahr 1738 hatte die Akademie der Wiſſenſchaften zu Paris die Preisfrage über die Natur und Fortpflanzung des Feuers aufgegeben. Der Preis wurde unter Euler, Lozeran de Fieſc und de Crequy vertheilt. Euler [g]) nennt die Flamme einen mit der ſubtilen Feuermaterie erfüllten Raum, und da nach ſeiner Hypotheſe dieſe Materie durch die Explosion, in welcher das Feuer beſteht, mit Gewalt zerſtreut werden würde, ſo ſoll der Aether wiederum die-

f) Experimenta, obſervat. et animadv. CCC. Berol. 1731. 8 § 81.

g) Diſſ. de igne §. 24. im Recueil des pièces, qui ont remportés le prix de l'Acad. roy. an. 1738.

diejenige Subſtanz ſeyn, die durch ihre Elaſticität dieſe Materie in Geſtalt der Flamme zuſammenhält, und durch deren beſtändige Erſchütterung das Licht entſteht. Nach Lozeran de Fieſc[h]) iſt Flamme, Feuer und Rauch alles einerley; ſie beſtehen aus flüchtigen Salzen, Schwefel, Luft, Aether, und ſind insgemein mit ſehr fein zertrennten und im Wirbel bewegten wäſſerigten, erdigten und metalliſchen Theilen vermiſcht. Im Rauche iſt nur die Bewegung nicht ſo ſchnell, als in der Flamme oder dem Feuer. De Crequy[i]) erklärt Flamme und Feuer für die Auflöſung der Körper durch den doppelten Strom einer unſichtbaren Materie, die ihre Bewegung den Körpern mittheilt, ſo oft ſich ihre beyden Ströme nicht diametral durchdringen können.

Beobachtungen bey der Erzeugung des Feuers und der Verbrennung der Körper.

Es war längſt bekannt, daß bey der Erzeugung des Feuers und bey der Verbrennung der verbrennlichen Körper als nothwendige Bedingung vorausgeſetzt werden müſſe, daß hiebey ein freyer Zutritt der atmoſphäriſchen Luft erfordert werde. Allein es war noch gänzlich unbekannt, wie ſie hiebey wirke. Man ſahe ſie bloß als ein Mittel an, das die wäſſerigten Theile der Flamme auflöſe und fortführe, oder durch ſeinen mechaniſchen Druck die Theile der Flamme ſelbſt zuſammenhalte, ob man gleich deutlich wahrgenommen hatte, daß das Volumen der Luft, worin die Körper verbrennen, eine Verminderung erleidet.

Die

h) Diſcours ſur la propagation du feu. ebendaſ.

i) Explication de la nature du feu. ebendaſ.

Die bekannte Erſcheinung, mittelſt des Stahls und Steins Feuer zu erhalten, hatte bereits der Freyherr von Wolf ziemlich glücklich unterſucht (Th. III. S. 274). Allein es blieben hiebey doch noch Umſtände zurück, welche damals ganz unerklärbar waren. Der berühmte Chemiker, Kemp de Kerkwyk, richtete daher von neuem ſeine Aufmerkſamkeit auf dieſe Erſcheinung, und legte den Phyſikern und Chemikern folgendes Problem zur Auflöſung vor:

Wenn man den Stahl gegen einen Feuerſtein ſchlägt, die daraus entſtehenden Funken auf einem weißen Papier auffängt, und ſie nachher durch ein Mikroſkop betrachtet, ſo wird man finden, daß ein großer Theil vom Stahl geſchmolzen oder verglaſet iſt, ſo daß ihn der Magnet nicht mehr anzieht. Er verlange daher, zu beſtimmen:

1. Welcher von beyden Körpern, der Stahl oder der Stein, dieſe Wirkung hervorbringe?
2. Was für eine Subſtanz vorzüglich mit im Spiele ſey?
3. Wie ſie wirke oder wirken müſſe, um dieſe Erſcheinung hervorzubringen?
4. Warum bey der Anwendung des Eiſens ſtatt des Stahls ſich ſehr wenige, oder beynahe gar keine Funken zeigen?

Der Herr von Reaumur k) führt an, daß Muſſchenbroek dieſes Problem an du Fay geſandt habe, um es ihm aufgelößt zu übergeben, wobey er zugleich bemerkt habe, daß er es ſchon ſeit län-

k) Sus les etincelles produites par le choc de l'acier contre un caillou, in den Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1736.

länger als einem Jahre der Societät zu London mitgetheilt hätte. Da aber noch kein einziger von allen den geſchickten Männern, welchen man es vorgelegt habe, daſſelbe aufgelößt hätten, ſo habe man wohl Grund zu glauben, daß dieſe vorgelegten Fragen ſehr ſchwer wären. Von Reaumur entſchloß ſich zwar, Erörterungen dieſer Fragen beyzubringen; allein er getraue ſich doch nicht, bemerkt er, dieß Problem mit derjenigen Beſtimmtheit aufzulöſen, als es vielleicht die Herren Muſſchenbroek und Kemp verlangten.

Hier ſey der Ort nicht, ſagt von Reaumur, zu erklären, wie der Schlag eines Stahlſtücks von einer ſchicklichen Form wider einen Stein Feuer hervorbringe, wie ſich ſo ſchnell die Feuermaterie entzünde, die in dem einen oder dem andern dieſer Körper, oder in beyden, ſich befinde. Dieß zu unternehmen, würde zu weit führen, indem man nothwendig zuerſt die Natur des Feuers unterſuchen müßte, und wie ſich Körper gegen einander gerieben erwärmen und einige zuletzt hievon in wirkliche Flamme ausbrechen könnten. Man müſſe daher vorausſetzen, ohne das Wie zu unterſuchen, daß der Schlag des Stahls gegen den Stein Feuer erzeuge, und daß ſich ſehr kleine Stahlſtückchen losreißen, welche die Funken geben. Nach dem Herrn von Reaumur beruht das Weſentliche des von Herrn Kemp vorgelegten Problems bloß auf folgende Unterſuchung: wie das Eiſen, welches ſonſt zum Schmelzen ein ungemein ſtarkes Feuer erfordere, beym Schlagen an einem Steine nicht allein im Augenblicke geſchmolzen, ſondern ſogar verkalkt werde? Um nun hievon die Erklärung zu geben, kommt es nach Reaumur auf die Erörterung folgender Fragen an: 1. warum in dem

erwähnten Falle das Eiſen ſogleich in Schlacke verwandelt werde, 2. wie es in dieſe verwandelt werden könne, 3. wie es ſich nicht allein in Schlacke umändere, ſondern wie es auch geſchmolzen werde, und 4. warum das Schlagen des Stahls gegen den Stein mehr Funken gebe, als das des Eiſens gegen denſelben.

Wir wüßten, daß das Eiſen eine große Menge Feuermaterie enthalte, und daß es bloß deßwegen ſtreckbar wäre, weil es eine hinreichende Menge von dieſer Materie eingeſogen habe; ſobald es derſelben beraubt werde, werde es zerbrechlich, zerreiblich, und verwandle ſich in eine Art von glasförmiger Subſtanz. In Rückſicht des vorgelegten Problems ſey es merkwürdig, daß dieſe Feuermaterie vom Eiſen ſehr leicht entweiche, wenn es im offenen Feuer erhitzt werde, zu welchem ein freyer Zugang der Luft allenthalben ſtatt findet. In einem ähnlichen Feuer könne man einen Eiſenſtab nicht ſo weit erhitzen, als zum Zuſammenſchmieden nöthig wäre, ohne die äußere Rinde des Eiſenſtabes in eine zerbrechliche Materie, in Schlacke, zu verwandeln. Vermittelſt der Schläge auf dem Amboſſe ſprängen ſehr zerbrechliche ſchuppige Theilchen vom Eiſen nach allen Seiten hin, wo es geſchmiedet werde. Die Schmiedemeiſter nennten dieſe ſchuppige Theilchen ganz eigentlich verbranntes Eiſen (fer brulé). Eine genaue Vorſtellung dieſer Erſcheinung gebe ein großes Stück Holz, das man aufs Feuer gelegt habe. Die erſtere Oberfläche deſſelben verwandle ſich in Aſche, die andere in Kohle, indem der innere Theil immer noch Holz bliebe; dieß nämliche wiederfahre auch dem Eiſen.

Hieraus folge, daß ein ſehr dünnes Stückchen Eiſen ſehr leicht verbrannt und in Schlacke verwandelt

delt werden könne. Ein Eiſenblech, welches eine Dicke von zwey Eiſenkruſten, die ſich vom erhitzten Eiſen in Geſtalt von ſchuppigen Theilen loßriſſen, beſäße, würde ſich eben ſo bey der nämlichen Hitze durchaus in Schlacke umändern. Wenn daher das Stück Eiſen ſo klein wäre, daß es kaum ſichtbar iſt, ſo würde bloß ein Augenblick Zeit erforderlich ſeyn, um es in Schlacke zu verwandeln. Daß man nur einen Augenblick Zeit nöthig habe, um ein Eiſen- oder Stahlkörnchen in Schlacke zu verwandeln, laſſe ſich unter andern Erfahrungen durch folgende erweiſen. Wenn man mittelſt einer naß gemachten Spitze einer Nadel ein äußerſt feines Stahlfeilenſtäubchen aufhebt, und ſolches in die Flamme einer Wachskerze bringt, ſo wird in ſehr kurzer Zeit derjenige Theil der Nadel, welcher außerhalb der Flamme ſich befindet, die Farbe bis zum roth werden annehmen, und ſobald dieſe Farbe an der Spitze der Nadel ſich zeigt, wird auch das Stahlſtäubchen roth oder weiß glühen. Zieht man alsdann die Nadel aus der Flamme zurück, ſo wird das Stahlſtäubchen viel größer erſcheinen, gerade ſo wie Eiſenſchlacke, und ſich wie dieſe ſehr leicht zu Pulver zerreiben laſſen.

Es iſt daher gewiß, ſagt Reaumur, daß ein einziger Augenblick hinreichend iſt, die Feuermaterie eines ſehr feinen Eiſentheilchens anzufachen. Sobald alſo durch den Schlag des Stahls gegen den Stein äußerſt feine Stahltheilchen losgeriſſen werden, ſo verwandeln ſich dieſe während der Zeit des Schlags in Schlacken. Wenn der Stoß eines Stück Holzes gegen einen Stein Holzfaſern trennte und in Flamme brächte, ſo würden auch dieſe ſogleich in Aſche verwandelt werden.

Warum aber der Schlag des Stahls gegen den Stein weit mehr Funken, als der des Eiſens gegen denſelben Stein hervorbringt, erklärt de Reaumur aus der verſchiedenen Menge der brennbaren Materie, welche der Stahl und das Eiſen enthält; erſterer hat nämlich eine größere Menge, als dieſes, und ſie iſt auch darin viel gleichförmiger vertheilt, als im Eiſen. Auch erklärt er daraus, warum ungehärteter Stahl beym Schlage nicht ſo viel Funken giebt, als gehärteter.

Seine Erklärung iſt alſo kürzlich dieſe: das Eiſen und der Stahl ſind von einer brennbaren Materie durchdrungen, welcher ſie ihre Zähigkeit zu verdanken haben; ſobald ſie dieß Brennbare verlohren haben, werden ſie zerreiblich, und ſind in Schlacken verwandelt. Zur Entzündung dieſer brennbaren Materie in ſehr kleinen Eiſen- oder Stahltheilchen wird bloß ein Augenblick erfordert, oder eine geringere Zeit, als zur Entzündung eines Holzſägeſpans nöthig iſt. Wenn die brennbare Materie eines ſehr kleinen Stahlkörnchens geſchwind genug entzündet iſt, ſo iſt ſie zur Schmelzung deſſelben hinreichend. Auf ſolche Art werden die durch den Schlag loßgeriſſenen Stahltheilchen plötzlich entzündet. Der Stein ſelbſt hilft vielleicht durch die brennbare Materie, die er im Augenblicke des Schlags hergiebt, derjenigen zur ſchnellen Entzündung, welche dem Stahltheilchen eigen iſt. Das Stahlkörnchen formt ſich, nachdem es geſchmolzen iſt, in eine kugelförmige Geſtalt während des Schlags, welche ſchwammartig und zerbrechlich wird, weil ſeine brennbare Materie verbrannt iſt; der Augenblick, in welchem dieß erfolgt, iſt zur Verbrennung dieſes Stahltheilchens in freyer Luft zureichend. Endlich muß der viel härtere Stahl, welcher eine grö-

ßere Menge brennbarer Materie eingeſogen und viel gleichförmiger vertheilt hat, durch den Schlag gegen den Stein eine größere Menge Funken liefern, als das Eiſen.

Was die merkwürdige Erſcheinung, die Selbſtentzündung verſchiedener unter ſich gemiſchter Materien, betrifft, ſo beklagte ſich noch der Freyherr von Wolf, daß die Chemie bisher keine ſolche Fortſchritte gemacht habe, um ſie erklären zu können. Selbſt in dieſem Zeitraume hatte man außer einigen Erfahrungen dieſen Gegenſtand nicht ſonderlich unterſucht. Becher führte zuerſt an, daß eine Miſchung von Vitriolöl und Terpentinöl ſich außerordentlich erhitze, und zuletzt in eine Flamme ausbreche. Dieſe Entdeckung ſchreibt ſich von dem däniſchen Gelehrten Borrichius her. Andere Chemiker hatten dieſe Erfahrungen zu wiederholen verſucht, der Erfolg war ihnen aber nicht geglückt, bis endlich die Herren de Tournefort und Homberg glücklicher darin waren; der erſtere entzündete die Miſchung von Saſſafrasöl und concentrirtem Salpetergeiſt, und der andere erhielt das nämliche durch die Miſchung von Salpetergeiſt mit den weſentlichen Oelen aller würzhaften Pflanzen Indiens.

So merkwürdig aber auch alle dieſe Erfahrungen ſchienen, ſo thaten ſie doch der vorgelegten Bedingung des Borrichius und Becher, Terpentinöl mit Hülfe der ſauren Geiſter zu entzünden, kein völliges Genüge. Der erſte, welcher durch ſeine ſinnreichen und anhaltenden Unterſuchungen dieß zu Stande brachte, war der jüngere Geoffroy [l]). Er bewirkte nicht

l) Mém. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1726.

nicht allein eine Entzündung durch Vermiſchung des Terpentinöls mit einer mineraliſchen Säure, ſondern er entdeckte auch, daß ſich eine Miſchung einer mineraliſchen Säure mit allen weſentlichen aromatiſchen Pflanzenölen von ſelbſt entzünde. Die Säuren, welche Geoffroy hiebey anwendete, waren Vitriolöl und rauchender Salpetergeiſt, indem er ſie mit den Pflanzenölen zu gleichen Theilen vermiſchte. Die Miſchung mit Terpentinöl gab ſogleich und mit einer ſtarken Explosion eine ſehr lebhafte Flamme, welche von einem wirbelnden Rauche begleitet war. Dieſe Erſcheinung dauerte ſo lange, bis die ganze Miſchung ſich verzehrt hatte; nur ein geringer Theil einer lockeren Kohle blieb im Gefäße zurück.

Ueberdem entdeckte Rouelle [m]), daß ſich auch die milden Oele durch Beymiſchung von rauchendem Salpetergeiſt entzünden laſſen.

In Anſehung der Bereitung des ſogenannten Hombergiſchen Luftzünders hat de Suvigny [n]) gezeigt, daß man ſtatt des Alauns auch andere vitrioliſche Salze, z. B. Glauberſalz und vitrioliſirten Weinſtein nehmen könne.

Die große Gewalt des Schießpulvers hatten ſchon Mehrere in der ſchnellen Entbindung einer großen Menge Luft aus dem Schießpulver geſetzt. Auch Daniel Bernoulli [o]) ſucht aus Verſuchen und aus ſeiner Hypotheſe über die Urſache der Elaſticität zu erweiſen, daß die im Pulver enthaltene Luft 10000 mal dichter und elaſtiſcher als die gewöhnliche ſey. Man

m) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1747.
n) Mémoir. preſentés. T. III.
o) Hydrodynamica. ſect. X.

Man hat ihm aber eingewendet, das Pulver ſelbſt ſey nicht viel über 800 bis 1000 mal dichter, als die gewöhnliche Luft; mithin könne ſein Satz nicht beſtehen, wenn auch gleich das ganze Pulver nichts als verdichtete Luft wäre.

Die Chemiker betrachteten indeß die Erſcheinungen des Schießpulvers von einer andern Seite, und hielten ſie für eine Folge des gewöhnlichen Verpuffens, welches hier nur ſchneller als ſonſt, und augenblicklich durch die ganze Maſſe des Pulvers verbreitet werde. So erklärte Stahl die Verpuffung aus dem im Salpeter befindlichen Phlogiſton. Macquer [p]) ſuchte Stahls Theorie mehr aus einander zu ſetzen, und nahm an, die Salpeterſäure erzeuge mit dem Phlogiſton einen ſogenannten Salpeterſchwefel, welcher ſo entzündlich ſey, daß er keinen Augenblick, ohne zu glühen, beſtehen könne. Das Weſentliche des Schießpulvers ſetzt er übrigens bloß in den Salpeter und die Kohlen, und glaubt, der Schwefel befördere bloß die Geſchwindigkeit der Entzündung.

Sternſchnuppen und Feuerkugeln.

Die Sternſchnuppen zeigen ſich am öfterſten in heitern Abenden und in Nächten, welche auf ſchwüle Tage folgen, nach Muſſchenbroek vornämlich im Auguſt, wenn die größte Hitze vorüber iſt; Kraft [q]) ſahe aber auch zu Petersburg am 25. Nov. 1741 häufige Sternſchnuppen bey ſtrenger Kälte, wobey das Fahrenheitſche Thermometer auf Null ſtand. Muſſchenbroek [r]) hielt dieſes Meteor für eine öligte Subſtanz,

p) Chymiſches Wörterbuch. Art. Schießpulver.
q) Praelect. phyſic. Vol. III. p. 320.
r) Introduct. ad philoſ. natur. T. II. §. 2505.

ſtanz, welche durch die Wärme des Tages aufgelößt in die Höhe ſteige, durch die Kühle des Abends aber verdichtet werde, und entzündet durch ihre Schwere herabfalle.

Beccaria *) war der erſte, welcher das Sternſchießen für eine bloß elektriſche Erſcheinung erklärte. Er führt hierüber eine artige Beobachtung an. Als er nämlich einſt eine Stunde nach Sonnenuntergang mit einem Freunde unter freyem Himmel ſaß, kam eine Sternſchnuppe gerade auf ſie beyde zu, und verſchwand nicht weit von ihnen ſo, daß auf ihren Geſichtern, Händen und Kleidern, ſo wie auf der Erde und allen nahen Gegenſtänden eine ſchwache Erleuchtung zurückblieb, ohne dabey das geringſte Geräuſch zu bemerken. Da ſie hierüber erſtaunt waren, kam ein Bedienter aus einem benachbarten Garten, und fragte, ob ſie nichts geſehen hätten? ihm ſey plötzlich ein Licht erſchienen, beſonders am Waſſer, womit er den Garten begoſſen habe. Dieſe Erſcheinung ſchien dem Beccaria offenbar elektriſch, und er führt überdem noch an, daß er oft auf ſeinen papiernen Drachen in der Luft eine Menge elektriſcher Materie hinfahren geſehen habe, welche mit dem Sternſchießen eine große Aehnlichkeit gehabt; überdem ſey bisweilen der Drache mit einer Art Glorie umgeben geweſen, von welcher ein Licht an dem Orte, welchen der Drache verlaſſen habe, zurückgeblieben ſey.

Die meiſten Naturforſcher dieſes Zeitraums halten jedoch mit Muſſchenbroek dieſe Erſcheinung für öligte oder fette Dünſte, welche entweder wirklich in Brand kommen, oder leuchten.

Was

*) Lettere dell' elettriciſmo. 1758. 4.

Was die Feuerkugeln betrifft, ſo berichtet Chalmers t) im Jahr 1748, daß eine mitten im Ocean gegen ein Schiff heran kam. Sie ſchien an der Oberfläche des Meeres hinzuſtreichen, zerſprang in einer Entfernung von 40 bis 50 Ellen vom Schiffe mit einem Getöſe, das dem Knall von 100 Kanonen glich, erfüllte das ganze Schiff mit einem Schwefelgeruche, zerbrach einen Maſt, ſpaltete den andern, warf fünf Menſchen zu Boden, und beſchädigte einen ſechſten durch Verbrennungen an der Haut.

Am 9ten Februar 1750 gegen 11 Uhr Abends ſahe man zu Breslau bey heiterm Himmel eine Feuerkugel u), welche ſich gegen Südweſt entzündet hatte, in weniger als einer Minute vorüber ſtrich, und ſich beſtändig der Erde bis zum Nordweſt näherte. Die ſcheinbare Größe derſelben vermehrte ſich beträchtlich, zum Theil, weil ſie vielleicht ſelbſt einen wahren Zuwachs erhielt, zum Theil, weil ſie ſich der Erde näherte. Man bemerkte an ihr ganz deutlich zwey Bewegungen, eine fortſchreitende und eine drehende; ihre Farbe war anfänglich bleich, veränderte ſich aber nachher in ein röthliches Licht, und erleuchtete alle Gegenſtände eben ſo, wie das Licht des Vollmondes. In einer etwa 40 Fuß weiten Entfernung von der Erde zertheilte ſie ſich in 4 leuchtende Stücke, welche endlich, wie es ſchien, in die Gewäſſer der Oder herabfielen. Gleich bey der Theilung der Kugel in 4 Stücke hörte man drey Knalle, gleich dem Donner einer Kanone.

Zu Paris verbreitete eine am 17 Julius 1771 um 10 Uhr 36 Minut. Abends erſchienene Feuerkugel ein

t) Philoſoph. Tranſact. N. 494. p. 366.

u) Hiſtoire de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1751.

ein allgemeines Schrecken. Sie ließ ſich gerade zu einer Zeit ſehen, da der Duc de Chaulnes Verſuche mit einem elektriſchen Drachen anſtellte, und ein großer Theil des Volks glaubte, dieß fürchterliche Phänomen ſey durch dieſe Verſuche herbeygezogen worden. Dieß bewog Herrn de la Lande, die Beobachtungen hierüber zu ſammlen, und mit einigen Bemerkungen zu begleiten; auch hat le Roy x) von dieſem Meteor eine eigene Abhandlung geliefert. Dieſe Kugel ward in einem großen Theile von Frankreich geſehen, und ſchien in Paris größer und heller als der Mond. Sie zerſprang mit Krachen, und erſchütterte dabey die Luft ſo, daß die Fenſter und das Hausgeräthe zitterten, und einige glaubten, es ſey ein Erdbeben dabey. Die Kugel war über England entſtanden und auch um Oxford ſichtbar geweſen; ohngefähr um Melün, ſüdweſtlich von Paris, zerſprang ſie. Als man ſie wahrnahm, muß ſie mehr als 41076 Toiſen hoch über der Erde geweſen ſeyn, und bey ihrem Zerſpringen über 20598 Toiſen. Sie mag 6 bis 8 Stunden Weges (lieues) in einer Stunde durchlaufen, und mehr als 500 Toiſen im Durchmeſſer gehalten haben. Der Himmel war bey der Erſcheinung dieſer Kugel vollkommen klar.

Alle dieſe Beobachtungen zeigen, daß ſich einige Feuerkugeln um die Axe drehen. Gewöhnlich verſchwinden ſie in einigen Sekunden, man hat aber auch Beyſpiele, daß ſie mehrere Minuten lang ſichtbar geblieben ſind. Nach des D. Ulloa Erzählung ſind ſie bey der Stadt Santa Maria de la Parilla ſo häufig, daß viele in einer Nacht geſehen werden. Ueber-

x) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1771.

Ueberhaupt aber ſind ſie ſelten. Bisweilen verſchwinden ſie auch ohne Schall. Eine ſolche hat ein gewiſſer Candidat in Großzinder des Abends zwiſchen 9 und 10 Uhr im Jahr 1743 beobachtet [y]). Gegen Südoſt fiel ihm nämlich ein Phänomen in die Augen, welches er nach der ſcheinbaren Entfernung nur einige 30 Schritte von ihm ſchätzte. Die ſcheinbare Höhe deſſelben über der Erde iſt ihm nicht größer als 10 bis 12 Fuß vorgekommen. Es ſchien ihm, als wenn er die niedrig ſtehende Sonne anſehe, deren Diameter 1 Fuß breit erſcheint, und die umher mit hellen Strahlen ſpielt. Meiſtentheils eine Minute lang hat er Zeit gehabt, es ſo mit Bewunderung zu betrachten, darauf iſt es mit einemmale verloſchen und unſichtbar geworden, doch ſo, daß es ſchien, als ob es einen hellen und breiten Strahl nach ſeinem Auge ſchoß und in demſelben zurückließ, worüber er ſich ſehr entſetzt hat. Ehe es vergieng hat er keine ſolche Bewegung daran bemerkt, wie an den Sternſchnuppen, vielmehr hat es entweder unbeweglich geſtanden, oder doch keine merkliche Bewegung gehabt. Als es zerfuhr, iſt ſolches auch ohne Geräuſch erfolgt.

Ueber die Urſache und Entſtehungsart der Feuerkugeln ſind die Naturforſcher einſtimmig der Meynung, daß ſie ſchwer zu erklären ſind. Muſſchenbroek [z]) ſchließt aus dem Schwefelgeruche der Feuerkugeln, daß ſie aus ſchweflichten und andern entzündlichen Ausflüſſen beſtehen, welche entweder aus den Vulkanen, oder bey Erdbeben aus den unterirdiſchen Hölen in die

y) Hanows Seltenheiten der Natur, herausg. von Titius. B. II. Leipz. 1753. S. 843. f.

z) Introductio ad philoſ. natur. T. II. §. 2541.

die Luft aufgeſtiegen, und vom Winde zuſammenge- trieben worden ſind, eine Wolke bilden, und durch Zuſammenkommen mit andern Dünſten oder irgend eine andere Urſache entzündet werden. Ueberhaupt hat man die Feuerkugeln auf dieſelbe Art wie die Stern- ſchnuppen und ſogenannten fliegenden Drachen entſte- hen laſſen, und jene von dieſen nur in Anſehung der Größe unterſchieden. Eben dieſer Meynung war auch Beccaria. Da nun dieſer die Sternſchnuppen als ein elektriſches Phänomen betrachtete, ſo war er auch geneigt, die Feuerkugeln für eine elektriſche Erſchei- nung zu halten. Auch Hartmann [a]) hat ſie dafür erklären wollen, und ſeit dieſer Zeit hat man in den meiſten Lehrbüchern der Naturlehre die Feuerkugeln entweder geradehin für elektriſche Erſcheinungen aus- gegeben, oder doch wenigſtens bemerkt, daß ſich bey ihrer Entſtehung Elektricität mit einmiſche.

Bergmann [b]) nimmt verſchiedene Gattungen von Feuerkugeln an. Was die niedrigſten betrifft, ſo folgt er Muſſchenbroeks Meynung; nur meint er, es ſey ſchwer zu begreifen, wie eine ſolche gewiß ſehr lockere Kugel ihre erſtaunliche Geſchwindigkeit behalten könne, da die viel dichtere Kanonenkugel we- gen des Widerſtandes der Luft nicht 2 Meilen zu gehen vermöge. Eine andere Gattung von Feuerkugeln, die zuweilen bey Donnerwettern entſtehen, und an der Erdfläche hingehen, wie die am engliſchen Schiffe im Jahr 1748, ſcheint ihm von anderer Beſchaffenheit und dem Blitze ähnlicher zu ſeyn. Die höchſten endlich ver-

a) Von der Verwandtſchaft der elektriſchen Kraft mit den erſchrecklichen Lufterſcheinungen. Hannover 1759. 8.

b) Phyſikal. Beſchreibung der Erdkugel nach Röhls Ue- berſetz. Greifsw. 1780. §. 131.

verſucht er von der gröbern Materie des Zodiakallichts oder der Sonnenatmoſphäre herzuleiten, deren feinerer Theil nach Mayrans Hypotheſe die Urſache der Nordlichter iſt. Wenigſtens, meint er, ſey dieß nicht unglaublicher, als andere bisher angegebene Muthmaßungen. Er wünſcht endlich, daß man einmal Gelegenheit finden möchte, die Subſtanz einer zerplatzten Feuerkugel an dem Orte, wo ſie niedergefallen ſey, zu unterſuchen.

Die meiſten Naturforſcher erklären die Feuerkugeln, ſo wie die fliegenden Drachen und die Sternſchnuppen, für Wirkungen fetter, öhlichter, enzündlicher oder auch nur bloß leuchtender Dünſte.

Fünftes Kapitel.

Entdeckungen und Beobachtungen in der Lehre vom Waſſer.

Bemerkungen über die Natur des Waſſers.

Die Verſuche, aus welchen van Helmont, Boyle und andere geſchloſſen haben, das Waſſer verwandle ſich in Erde, ſind in dieſem Zeitraume vielfältig wiederholt, und mit neuen Bemerkungen begleitet worden. Was nämlich das Wachsthum der Pflanzen im Waſſer betrifft, woraus man die Verwandlung des Waſſers in Erde hat beweiſen wollen, ſo ſind dieſelben Verſuche des van Helmont und Boyle vom Herrn Triewald in Schwe-

den angeſtellt, und vom Herrn Miller c) in England wiederholt worden. Beyde berichten das ſchnellere Wachsthum über Waſſer, letzterer erklärt auch das langſamere von eingerührter Erde aus der dadurch erfolgten Verdickung des Waſſers, jedoch beſtimmen beyde nicht die Menge der dadurch gewonnenen feſten Theile.

Von neuem hat dieſe Verſuche mit Kürbiſſen und Hyacintenzwiebeln mit vieler Sorgfalt Herr Eller d) wiederholt, und ob er gleich nur in deſtillirtem Waſſer wachſen ließ, ſo erhielt er doch eben ſowohl vollkommene Pflanzen, welche bey der Zerlegung die gewöhnlichen Ausſchläge und eine ſehr merkliche Menge Erde gaben. Die aus einem Kürbiskerne gezogene Pflanze trug zwey Kürbiſſe, wog mit denſelben 23 Pfund $4\frac{1}{2}$ Unzen, und ließ beym Trocknen und Einäſchern 5 Unzen 2 Quent. und 12 Gran Aſche nach; die Erde, in welcher ſie gezogen war, hatte vorher trocken 15 Pfund und 10 Unzen gewogen und wog, nun abermals getrocknet, noch 15 Pfund $9\frac{1}{2}$ Unzen; die verlorne halbe Unze, meint Eller, ſey vom Winde weggeweht worden. Eine mit deſtillirtem Waſſer zum Wachſen und Blühen gebrachte Hyacinthenzwiebel gab mit Stamm und Blumen verbrannt ſechs bis ſieben Gran Erde mehr als eine andere, welche eben ſoviel gewogen hatte und in einer Schachtel aufbewahrt worden war.

Noch andere ſehr berühmte Naturforſcher haben ſich ebenfalls mit dieſem Gegenſtande beſchäfftigt, und die Verſuche ausgedehnt, abgeändert und vervielfältigt. Man kann hierüber die Verſuche der Herren Gle-

c) Philoſ. Tranſ. Vol. XXXVII. N. 418.
d) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Berlin. an. 1746. p. 45.

Gleditſch und Bonnet [e]) nachſehen. Auch du Hamel [f]) hat eine Reihe ſehr wichtiger Verſuche geliefert, welche die Erfahrungen der vorher angeführten Schriftſteller beſtätigen.

Ferner hat Kraft [g]) Hafer und Hanf in getrocknetem Sande, Stücken zerriſſenen Papiers, Stükken Tuch und Heckerling geſäet, die Saamen darnach mit reinem Waſſer begoſſen, und bemerkt, daß ſie eben ſo ſchnell keimten und beynahe eben ſo gut wuchſen, als die, welche ins freye Land geſäet waren. Da aber dieſe Verſuche nicht mit ganz reinem Waſſer angeſtellt ſind, ſo kann man daraus nicht für oder wider die Möglichkeit der Verwandlung des Waſſers in Erde ſchließen, und eben ſo verhält es ſich auch mit den Verſuchen des Herrn Carl Arlton [h]).

Hieraus ſchließen nun die Naturforſcher, ſo wie auch der berühmte Wallerius [i]), daß das Waſſer durch die Wirkung der Gewächſe wirklich in Erde verwandelt werde.

Der andere Grund, welchen verſchiedene Naturforſcher für die Verwandlung des Waſſers in Erde anführen, iſt die Deſtillation des Waſſers, wovon die erſten Verſuche und die daraus gezogenen Folgen Borrichius und Boyle angeführt haben. Becher

e) Mémoir. preſentés. T. I. à Paris. 1750. 4.

f) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1748.

g) Nov. comment. Petrop. Vol. II. p. 231.

h) Tirocinium botanicum Edinburgenſe. Edinb. 1753. 8.

i) Elements d'agriculture. Yverd. 1766. Aus d. Lat. überſ. chemiſche Grundſätze des Feldbaues. Berlin 1764. 8. und Bern 1765. 8. Cap. VI.

cher und Stahl haben ſich mit keinen beſondern Verſuchen über die Beſchaffenheit des Waſſers beſchäfftigt; ja man kann ſogar ſagen, daß ſie ſich über die Natur deſſelben gewiſſer Maaßen von allgemein angenommenen Irrthümern haben leiten laſſen. Beyde waren der Meynung, daß das Waſſer durch wiederholte Deſtillation eine freſſende Eigenſchaft erhielte; wenigſtens findet ſich dieſe Meynung in Stahls erſtem Werke: fundamenta chemiae dogmaticae et experimentalis. P. I. Norimb. 1746. 4. welches er jedoch gewiſſer Maaßen in der Folge ſelbſt widerrufen hat.

Stahl meinte ferner, das Waſſer könnte durch Deſtilliren zu einer ſo hohen Stufe der Verfeinerung gebracht werden, daß es das Glas ſelbſt durchdringen könnte, und dieſe Meynung nahm er überdem von glaubwürdigen Schriftſtellern an, ohne einen zu nennen.

Alle die bisher angeführten Verſuche, welche die Verwandlung des Waſſers in Erde beweiſen ſollten, wurden von Boerhaave einer genauern Prüfung unterworfen. Seine darüber angeſtellten Verſuche finden ſich am Ende ſeiner Abhandlung vom Waſſer [k]); aus denſelben folgt, daß das Waſſer durch Deſtilliren keine andere Beſchaffenheit erhält, weder ſauer noch laugenſalzig, weder freſſender noch durchdringender wird.

Uebrigens hat Boerhaave, wie Borrichius und Boyle, wahrgenommen, daß bey jeder Uebertreibung des nämlichen Waſſers ein erdiger Rückſtand blieb; aber er hat nicht geglaubt, daraus ſchließen zu dürfen, daß das Waſſer wirklich in Erde verwan-

k) Elementa chemiae. T. I. Lugd. Bat. 1732. 4. p. 627.

wandelt werde, ja er bemerkt ſogar, daß Boyle die Uebertreibung mit dem nämlichen Waſſer nur dreymal wiederholt habe, ohne förmlich etwas über dieſen Gegenſtand zu entſcheiden. Boerhaave vermuthet, daß ſich der beſtändig in der Luft ſchwebende Staub während dem Uebertreiben mit dem Waſſer habe miſchen und die von den Chemikern gefundene geringe Menge Erde habe erzeugen können.

Geoffroy [l]) führt bey der Gelegenheit, da er von den Extrakten einiger Pflanzen redet, an, daß er das nämliche Waſſer zwanzigmal übergetrieben und beſtändig einen erdigen Bodenſatz erhalten habe, ob er gleich allemal neue und recht reine gläſerne Kolben, wie auch den nämlichen Helm und die nämliche Vorlage genommen und die Fugen wohl mit Blaſen verklebt habe.

Henkel [m]) behauptete, daß auch aus dem allerdünnſten Waſſer ein erdhafter ſteinwerdender Stoff abgeſchieden werden könnte, und berief ſich auf den grünen Schlamm, zu welchem Luftwaſſer, z. B. Schneewaſſer, würden, die in einem großen weiten Kolben der Sonne dem Sommer über ausgeſetzt wären.

Eller [n]) führt an, durch bloßes Reiben in einem gläſernen Mörſer mit einer gläſernen Keule aus Quell- Regen- Schnee- Thau- Waſſer und geſchmolzenem Eiſe eine ſehr feine weißliche Erde erhalten zu haben.

l) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1738.

m) Kleine mineralog. und chemiſche Schriften S. 316.

n) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Berlin. an. 1746. p. 47.

haben. Dagegen wandte Pott o) ein, dieſe wäre durch Abnutzung des Glaſes entſtanden und in heftigem Feuer verglaslich. Eller antwortete aber darauf, ſein Mörſer und Keule wären ſehr glatt, vom härteſten Glaſe geweſen, und ihre Oberfläche hätte keine Spur einer Abnutzung gewieſen.

Endlich hat noch Marggraf p) in einer Abhandlung von der im reinen Waſſer befindlichen Erde die Zweifel, welche noch wegen des Staubes aus der Atmoſphäre übrig geblieben ſeyn konnten, auf eine noch entſcheidendere Weiſe gehoben, und vollſtändig erwieſen, daß die Erde des Waſſers nicht von den in der Luft herumſchwebenden Körpern kommen könnte; er hat nämlich nicht allein Erde erhalten, wie er das Waſſer aus einer mit der Vorlage zuſammengeſchmolzenen Retorte übertrieb, ſondern er hat auch gewieſen, daß man das nämliche Reſultat erhält, wenn man das Waſſer in verſchloſſenen Gefäßen in einer ſehr ſtarken Bewegung erhält, wie auch ſchon Eller gezeigt hat.

Le Roi q) hat aber in einer Abhandlung behauptet, daß Borrichius's, Boyle's, Boerhaave's und Marggraf's Verſuche die Möglichkeit der Verwandlung des Waſſers in Erde nicht bewieſen. Le Roi meint, alles Waſſer enthalte eine ziemlich beträchtliche Menge Erde; dieſe ſey mit ſelbigem ſo innig vereinigt, daß ſie beynahe ganz und gar beym Uebertreiben mit übergehe, indeſſen doch bey jeder

o) Anmerk. über verſchiedene Sätze und Erfahrungen des Herrn Ellers S. 14. 50.

p) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Berlin. an. 1756.

q) Mém. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1767.

der Verrichtung eine geringe Menge abgeſchieden werde, und daß dieſer kleine Antheil Erde die Naturforſcher bisher getrogen und zu dem Glauben verleitet habe, daß das Waſſer in Erde verwandelt würde.

Bis hieher blieb es alſo noch unentſchieden, ob ſich wirklich das Waſſer in Erde verwandle. Erſt in der folgenden Periode iſt dieſe Streitfrage vorzüglich durch die Bemühungen des Herrn Lavoiſier gehoben worden.

Die Frage, ob das Waſſer elaſtiſch ſey? iſt in dieſem Zeitraume durch mancherley Gründe beſtritten worden. Bellogradi r) nahm einen Beweis für die Elaſticität des Waſſers von dem Abſpringen eines auf das Waſſer ſchief aufgeworfenen Steins her. Er betrachtet das Waſſer als eine feſte Fläche, von welcher ein dagegen geworfener Körper zurückſpringt; da nun dieß mit wenigem Verluſt der Kraft und geringer Verminderung des Einfallswinkels erfolgt, ſo folge, daß das Waſſer ſehr elaſtiſch ſeyn müſſe. Allein Spallanzani s) unternahm es, nicht allein durch theoretiſche Gründe, ſondern auch durch wichtige Verſuche das Irrige in der Unterſuchung ſeines Landsmannes darzuthun, und dem Waſſer faſt alle ſichtliche Elaſticität abzuſprechen. Er führt an, daß der größte Theil der Phyſiker bewieſen habe, das Waſſer ſey nicht compreſſibel; eine Materie nun, welche keine Compreſſibilität zeige, könne auch wenig oder gar keine Ela-

r) Della rifleſſione de Corpi dall acqua, et della diminuzione dalla mole di ſaſſi ne torrenti e ne fiumi. In Parma 1753. 4.

s) Phyſikaliſche und mathematiſche Abhandlungen, 5te Abhandl. von dem Abprallen der Steine vom Waſſer.

Elaſticität beſitzen. Den Verſuch der zurückprallenden Körper ſtellte er auch mit weichem Thon, mit zähem Flußſchlamm und mit dem Gelben vom Ey an, und fand, daß dieſe Körper ähnliche Reſultate in Anſehung des Abprellens zeigten. Er bemerkte deutlich, daß das wieder in die Höhe Springen der Steine ſich völlig durch eine bloße Veränderung ihrer Richtung, welche durch den Widerſtand des Thons oder Waſſers entſtände, erklären laſſe. Auch daher leitet er das Wiederaufſpringen der von einer Höhe auf eine Waſſerfläche herabfallenden Tropfen. Er ſtellt ſich die Waſſermaſſe als aus unterſchiedenen Schichten zuſammengeſetzt vor. Indem nun der Tropfen die Oberfläche des Waſſers berührt, ſo öffnet ſich gleichſam die obere Schichte durch die Gewalt des Tropfens, dann eine zweyte und ſo fort, bis die Kraft des fallenden Tropfens erſchöpft iſt. Durch dieſes Trennen oder Auseinanderſchieben der Waſſerſchichten entſteht nothwendig eine Grube. Die Theile der oberſten Schichte treten alſo über die Horizontalfläche um eine gewiſſe Höhe, die Theile der zweyten werden um eine kleinere Höhe aus ihrem wagrechten Stande gebracht. Dieſe Theile der Schichten ſuchen ſich daher nach dem Stoße wieder in ihre vorige Lage zu verſetzen, und da ſie, beſonders wenn die Theile ſehr flüſſig ſind, dieß mit einer Geſchwindigkeit thun, welche dem Stoße gemäß iſt, ſo drucken ſie durch ihr Zuſammenſtoßen Theile des ſich ſehr leicht trennenden Waſſers in die Höhe. Bey zähen Materien, z. B. bey dem Gelben vom Ey, erfolgt dieß langſamer, und muß die Höhe diesfalls ſchon anſehnlich ſeyn, wenn man dieß Ausſpritzen bemerken will.

Bellogradi hatte das Abſpringen oder vielmehr Zurückſpringen des von einer Höhe gegen eine

Mar-

Marmorfläche fallenden Waſſertropfens als einen Beweis der Elaſticität des Waſſers betrachtet. Dieſes Zurückſpringen, ſagt er, kann man nicht der Elaſticität des Marmors allein zuſchreiben, weil zu dem Abprellen die Elaſticität beyder gegen einander treffender Körper, ſowohl des Waſſers als des Marmors, erfordert wird. Spallanzani erinnert aber dagegen, daß zu dem Abſpringen nur die Elaſticität des getroffenen Körpers und ein gewiſſer Grad Härte von Seiten des auffallenden Körpers nöthig ſey, beyde Körper brauchten nicht zugleich Elaſticität zu beſitzen. Er führt hiebey als Beyſpiel harte Körper an, die von geſpannten Saiten zurückgeworfen werden.

Einen andern Beweis der Elaſticität des Waſſers hat man aus der Fortpflanzung des Schalles durch daſſelbe hergenommen. Man hat zwar dagegen den Einwurf gemacht, daß bloß die im Waſſer enthaltene Luft das Mittel der Fortpflanzung des Schalles ausmache. Allein man hat ganz richtig dagegen erwiedert, daß man hiezu eine ſolche Stellung der Lufttheilchen annehmen müßte, wo ſich dieſelben von dem Orte der Entſtehung des Schalles an bis zur Oberfläche des Waſſers in ununterbrochener Reihe berührten, welche Stellung überaus unwahrſcheinlich wäre, und durch jede Bewegung ohne Zweifel zerrüttet werden müßte. Der Abt Nollet t) ließ ſich zu wiederholten Malen in die Seine hinab; während er im Waſſer war, ließ er nach einem abgeredeten Zeichen am Ufer rufen, auf einer Pfeife blaſen, mit einer Glocke klingen und eine Piſtole losſchießen. Im Waſſer hörte er alle dieſe Töne deutlich, nur etwas geſchwächt. Aber

t) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1743.

Aber der Unterſchied der Stärke verhielt ſich nicht wie die Höhe des über ihm ſtehenden Waſſers. Er hörte nämlich einen Ton oder Schall faſt eben ſo ſtark, da er zwey Fuß Waſſer über ſich hatte, als da er nur mit wenigen Zollen bedeckt war. Ferner fand er den Ton innerhalb des Waſſers mit dem in freyer Luft von einerley Art. Er hörte z. B. c, wenn man c blieſ, und nicht etwa eine Oktave tiefer.

Arderon [u]) ließ ſogar Leute bis auf 12 Fuß unter Waſſer tauchen, und ſie hörten ſelbſt noch dann das Schießen eines Gewehrs. Nollet ſetzte ſich in ein Gefäß voll Waſſer, ſo daß ihm Waſſer bis über den Kopf gieng. Er ſchlug in dieſem Zuſtande Steine an einander, klingelte mit einer Glocke, und fand dieſen Schall außerordentlich ſtark, beſonders fiel ihm das Klappern der Steine ſehr unangenehm. Arderon ließ einen Menſchen mit einer Glocke unter dem Waſſer in unterſchiedenen Tiefen klingen. Er hörte ſie am Ufer. Um ſich zu überzeugen, ob nicht etwa die im Waſſer befindliche Luft die Haupturſache des Schalles ſey, reinigte Nollet eine beträchtliche Menge Waſſer von Luft, ſetzte dann in dieſes luftleere Waſſer einen ſogenannten Wecker, und fand nicht die mindeſte Verminderung der Stärke des Schalles. Muſſchenbroek [x]) wiederholte dieſen Verſuch, und er gelang ihm nicht nur wie dem Abte mit dem Waſſer, ſondern noch mit mehreren Flüſſigkeiten; demungeachtet aber wendet er nicht, wie Nollet, dieſe Verſuche zum Beweiſe für die Elaſticität des Waſſers an, vielmehr ſcheint er, wie Spallanzani, gänzlich gegen dieſe eingenommen zu ſeyn.

Georg

u) Philoſ. Tranſact. Nr. 486.

x) Introduct. ad philoſ. natur. T. II. §. 2267.

Georg Erhard Hamberger [y]) war ebenfalls der Meynung, daß ſich das Waſſer bey einerley Grad der Wärme nicht comprimiren laſſe. Dieß ſchloß er aus folgendem Verſuche. Die bey (fig. 7.) c verſchloſſene Röhre füllte er von b bis c mit Waſſer, und von a bis b mit Queckſilber an. Es drang dann kein Queckſilber in den Arm bc.

Peter van Muſſchenbroek [z]) führt auch verſchiedene von ihm angeſtellte Verſuche an, aus welchen er folgern zu können glaubt, daß das Waſſer gar keiner Zuſammendruckung fähig ſey. Sie ſind den Baconſchen ähnlich. Zwey Kugeln, eine zinnerne und eine bleyerne, deren Durchmeſſer 3 Zoll und die Dicke des Metalls 3 Decimallinien waren, hatten an einer Seite eine kleine metallene Röhre mit einer geringen Oeffnung. Dieſe Kugeln füllte Muſſchenbroek ſehr genau mit Waſſer, welches unter der Luftpumpe von Luft gereinigt und dabey beträchtlich kalt war. In die Röhre ward ſodann ein bleyerner oder zinnerner Zapfen hineingetrieben, wodurch alsdann alles ſo genau als möglich von Luft befreyet, und mit Waſſer gefüllt blieb. Nachdem dieß mit großer Vorſicht geſchehen war, wurde die Oeffnung zugeſchmolzen, darauf die Kugeln unter einer ſtarken Preſſe gelegt, und vermöge einer Schraube und eines langen Hebels zuſammengepreßt. Die Kugel, welche leer nur einen ſehr geringen Widerſtand geäußert hatte, widerſtand angefüllt erſtaunlich. Sobald aber durch Hülfe des langen Hebels auch nur die mindeſte Zuſammenpreſſung ſtatt fand, drang das Waſſer gleich einem Thaue durch die Oeffnun-

y) Elementa phyſices. Jenae. 1735. 8. §. 359.

z) Tentamina experim. natur. captorum in Acad. del Cimento. Lugd. Batav. 1731. 4. p. 69. ſq.

nungen des Metalls, und zwar deſto ſtärker, je mehr die Kugel zuſammengeſchroben wurde. Bey jedesmaliger Wiederholung des Verſuchs zeigte ſich der nämliche Erfolg.

Muſſchenbroek ſchloß daher, daß das Waſſer durch keine menſchlichen Kräfte zuſammengedruckt werden könne.

Der Abt Nollet [a]) verſuchte es ebenfalls auf eine der Hamberger'ſchen ähnliche Art, ob das Waſſer ſich comprimiren laſſe. Nollet erwähnt Hambergern nicht, und es iſt daher ungewiß, ob er den Verſuch von dieſem entlehnt habe, oder ob er für ſich darauf gekommen ſey. Indeſſen zeigt Nollet genauer an, wie er dabey zu Werke gegangen iſt. Er nahm eine Röhre von ſehr dickem Glaſe, welche inwendig drey Linien im Durchmeſſer hatte, und ſieben Fuß lang war. Zuerſt ſchüttete er etwas Queckſilber hinein, welches die Krümmung bey b (fig. 7.) ausfüllte. Dann goß er bey c Waſſer auf das Queckſilber, und nachdem dieſer Theil genau mit Waſſer angefüllt war, wurde hier die Oeffnung c zugeſchmolzen. Hierauf goß er von a aus nach und nach Queckſilber hinzu bis zu der Höhe von ſieben Fuß. Die kleine Columne Waſſer bc widerſtand dem Drucke der Queckſilberſäule ſo ſehr, daß man keine merkliche Verminderung der Höhe der Waſſerſäule wahrnehmen konnte.

Nollet ſetzte hiebey die Höhe der Queckſilberſäule, welche hier gegen das Waſſer druckte, auf ſechs Fuß zehn Zoll, oder achtzig Zoll Barometerhöhe, welches beynahe der dreyfache Druck der Atmoſphäre iſt.

Um

a) Leçons de phyſique experiment. T. I. p. 122.

Um das Jahr 1752 erhielt Hollmann [b]) zu Göttingen von dem Großbritanniſchen Leibarzte Peter Shaw eine Maſchine aus England, welche gebraucht worden war, die Zuſammendruckung des Waſſers zu unterſuchen. Die Maſchine iſt eine kupferne Kugel, 4 Zoll im Durchmeſſer; ihre Oeffnung hat eine Schraubenmutter, in welche eine Schraube hineingeſchroben wird. Mittelſt eines eiſernen Hebels, der in der Mitte ein viereckteѕ Loch hat, worin das Aeußere der Mutterſchraube genau paßt, kann die Schraube mit großer Gewalt in die Kugel getrieben werden. Die große Schraube iſt auf einem Holze mit kleinern Schrauben befeſtigt, kann auch vermöge eigener Oeffnungen an einem Tiſche feſt geſchroben werden. Bey dem Gebrauche der Maſchine mußte jedesmal die Schraube mit einem Gemiſch von Terpentin und Wachs eingeſchmiert werden. Hiemit ſtellte Hollmann folgende Verſuche an:

Er füllte die Kugel genau mit Waſſer, und trieb alsdann durch Hülfe des eiſernen Hebels die Schraube in die Kugel. Gleich nach wenigen Umdrehungen der Schraube drang das Waſſer an verſchiedenen Orten, durch kleine Oeffnungen oder Ritzen des Metalls, in ſehr dünnen Strahlen wie aus einem Springbrunnen hervor. Da der Verſuch fortgeſetzt wurde, um zu ſehen, ob dieſes Hervordringen nicht über der ganzen Kugel, wie bey den Florentinern, ſtatt fände, ſo ereignete ſich dieß nicht, ſondern die Kugel zerſprang da, wo ſie zuſammengelötet war. Hollmannen ſchien nur dieß befremdend zu ſeyn, daß das Waſſer hier nicht,

b) Sylloge comment. in reg. ſociet. recenſitarum. Gotting. 1762. p. 35.

nicht, gleich einem Thaue, die ganze Oberfläche der Kugel durchdrang. Er wiederholte daher den Verſuch, nachdem er vorher das mit Waſſer angefüllte Inſtrument an einem kalten Orte eine Zeitlang hatte ſtehen laſſen. Sobald die Operation anfieng, ſahe er die Oberfläche der Kugel zu ſeiner nicht geringen Verwunderung mit Waſſertröpfchen bedeckt, und nun glaubte er das zu beobachten, was die Florentiner und Muſſchenbroek beobachteten. Allein, nachdem er die Kugel mit einem Tuche abgetrecknet hatte, und den Verſuch wiederholte, ſprang das Waſſer, eben wie das erſtemal, nur aus einzelnen Riſſen oder zerriſſenen Theilen der Kugel; denn er unterſuchte dieſe Oeffnungen mit einem Vergrößerungsglaſe, und fand, daß ſie wirklich zerſprengte oder aus einander getriebene Theile des Metalls und nicht deſſen Zwiſchenräume waren. Nachher ließ Hollmann ähnliche Kugeln aus Zinn und Bley verfertigen, und wiederholte mit dem nämlichen Erfolg dieſen Verſuch. Endlich wurde hiezu eine ſilberne Kugel genommen, die aber nur $\frac{1}{20}$ Zoll dickes Metall hatte. Bey dieſer drang das Waſſer nicht durch ſeine Oeffnungen hervor, allein es öffnete ſich mit Gewalt einen Weg zwiſchen den Schrauben. Aus dieſen Verſuchen ſchließt Hollmann folgendes:

Das Waſſer ſelbſt, ohne von Luft gereinigt zu ſeyn, ſcheint keiner merklichen Zuſammenpreſſung fähig, und bey dieſem Verſuche habe das gepreßte und gedruckte Waſſer nicht die Zwiſchenräume des Metalls durchdrungen, ſondern kleine Oeffnungen im Metalle gemacht, aus welchen es herausgetreten ſey. In Anſehung des letzten Punktes wundert ſich Hollmann, daß ſeine Verſuche denen der Florentiner und des Muſſchenbroek widerſprechen.

Im

Im Jahr 1762 gab John Canton c) der königlichen Societät Bericht von folgenden Verſuchen:

Er füllte eine 2 Fuß lange Glasröhre, unten mit einer Kugel verſehen, zum Theil mit Queckſilber, ſetzte ſie in Waſſer, und brachte dieß genau mittelſt eines Fahrenheit'ſchen Thermometers auf 50 Grad Wärme; die Höhe des Queckſilbers in der Glasröhre, welche $6\frac{1}{2}$ Zoll über die Kugel betrug, wurde dabey genau bemerkt, dann wurde das Queckſilber durch Vermehrung der Hitze bis zum oberſten Ende der Röhre getrieben, und die Röhre ſogleich zugeſchmolzen. Als nachher die Hitze des Waſſers gerade bis zu 50 Grad wieder abgenommen hatte, ſtand ſodann das Queckſilber 0,32 höher, als vorher bey offener Röhre. Eben dieſe Kugel und Röhre ward nachher ſtatt des Queckſilbers mit Waſſer, aus welchem vorher die Luft ausgepumpt war, gefüllt. Bey offener Röhre ſtand das Waſſer in derſelben Hitze von 50 Grad Fahrenh. ohngefähr 6 Zoll über der Kugel. Durch Vermehrung der Hitze des äußern Waſſers, worin die Röhre ſtand, ſtieg das Waſſer der Röhre bis zu dem oberſten Ende, welches dann ſogleich zugeſchmolzen ward. Als die Hitze des äußern Waſſers wieder auf 50 Grad gefallen war, ſtand das Waſſer in der Röhre 0,43 höher, als vorhin. Da der Druck der Atmoſphäre auf das Aeußere der Glaskugel bey zugeſchmolzener Röhre für das Waſſer und für das Queckſilber gleich groß iſt, ſo muß dieſe Kugel dadurch etwas zuſammengedruckt,

c) Experiments to prove that Water is not incompreſſible. Philoſ. Tranſact. Vol. LII. P. II. art. 103. p. 641. und im neuen Hamburg. Magazin B. XII. S. 360. 365.

druckt, und folglich das darin enthaltene Flüſſige in die Höhe getrieben werden. Da ferner das Waſſer bey geſchloſſener Röhre um 0,11 eines Zolles höher ſtand, als das Queckſilber, ſo muß ſich nach Canton das Waſſer, wenn beyden der Druck der Atmoſphäre genommen iſt, mehr ausdehnen, als das Queckſilber. Um alſo genauer zu beſtimmen, um wie viel das Waſſer durch den Druck der Atmoſphäre zuſammengedruckt werde, nahm er eine Glasröhre von 0,01 Durchmeſſer, 4,2 Zoll lang, welche ſich in eine Glaskugel von 1,6 Zoll Durchmeſſer endigte. Dieſe füllte er mit Queckſilber, welches er nochmals genau wog, wodurch er fand, daß ein Theil der Röhre, welcher 0,23 Zoll lang war, gerade den hunderttauſendſten Theil des Queckſilbers der Kugel enthielt. Nach dieſem Verhältniſſe theilte er mit einer Feile die Röhre genau ab. Nun füllte er die Röhre nebſt der Kugel bis zu einer gewiſſen Höhe mit luftleerem Waſſer an, ließ die Röhre offen, und brachte ſie bald unter den Recipienten in luftleerem Raum, bald unter einer Verdichtungspumpe in zuſammengedruckter Luft. Vermöge ſeiner gemachten Abtheilungen konnte er in jedem Falle bemerken, um wie viel das Waſſer oder die Waſſerſäule der Röhre größer wurde, ſich ausdehnte, oder durch den größern Druck der dichten Luft zuſammengedruckt wurde. Auf dieſe Art fand er durch oft wiederholte Verſuche, daß ein Druck, welcher ſo groß als das doppelte Gewicht der Atmoſphäre war, das Waſſer um $\frac{1}{10870}$ ſeines Inhalts zuſammendrucke. Um zu ſehen, ob die im Waſſer enthaltene Luft vorzüglich dieſe Zuſammendruckung bewirke; brachte er eine Luftblaſe von 0,6 Zoll im Durchmeſſer in die Kugel; dieſe ward binnen vier Tagen von dem Waſſer verſchluckt. Das Waſſer ließ ſich aber nachmals von dem Gewichte

der

der Atmoſphäre nicht ſtärker zuſammendrucken, als ohne dieſe zugeſetzte Luft, welches doch hätte erfolgen müſſen, wenn die Luft die Urſache der Compreſſibilität war.

Canton trieb dieſe Unterſuchungen noch weiter, wovon er zwey Jahre nachher der Societät der Wiſſenſchaften von neuem Bericht abſtattete [d]). Er hatte durch dieſe ferneren Verſuche gefunden, daß das Waſſer dabey die beſondere Eigenſchaft beſitze, im Winter einer ſtärkern Zuſammendruckung fähig zu ſeyn, als im Sommer; hingegen Weingeiſt und Baumöl ſich hier gerade umgekehrt verhalte.

Wenn das Fahrenh. Thermometer auf 34 Grad ſtand, ſo wurde das Waſſer durch den Druck der Atmoſphäre um 0,000049 zuſammengedruckt, der Weingeiſt aber um 0,000060 ſeines Raums; ſtand hingegen das Thermometer auf 64 Grad, ſo druckte das Gewicht der Atmoſphäre das Waſſer nur um 0,000044, den Weingeiſt aber um 0,000071 zuſammen. Canton unterſuchte auf eben dieſe Art mehrere Flüſſigkeiten bey dem Stande des Barometers von 29½ Zoll, und bey einer Thermometerhöhe von 50 Grad Fahrenh., und fand durch das Gewicht der Atmoſphäre folgende Zuſammendrückungen:

Weingeiſt um	0,000066	des Volumens
Oliven- oder Baumöl um	0,000048	— — —
Regenwaſſer um	0,000046	— — —
Seewaſſer um	0,000040	— — —
Queckſilber um	0,000003	— — —

Die-

d) Philoſ. Tranſact. Vol. LIV. for the year 1764. art. 47. p. 261.

Dieſe Größen nehmen nach der Ordnung ab, nach welcher die eigenthümlichen Gewichte der Materien zunehmen, wiewohl nicht in eben denſelben Verhältniſſen.

Aber dieſe Flüſſigkeiten ſind nicht nur compreſſibel, ſondern auch elaſtiſch; denn ſo wie Canton das Gewicht der Atmoſphäre wegnahm, oder zuließ, dehnten ſie ſich aus, oder traten wieder zuſammen. Eben daher, glaubt Canton, ergebe ſich, daß dieſe Elaſticität nicht etwa von der in dieſen Flüſſigkeiten enthaltenen Luft herrühre, weil ſie ſich jedesmal bey Zulaſſung oder Wegnahme des Drucks der Atmoſphäre gerade um eben dieſelbe Größe ausdehnten, dahingegen die Luft ſich zweymal mehr ausdehnt, wenn man die Hälfte des Gewichts der Atmoſphäre wegnimmt, als ſie zuſammengedruckt wird, wenn man den ganzen Druck der Atmoſphäre wieder zuläßt.

Hieraus ſchließt Canton folgendes. Das Gewicht von $32\frac{1}{2}$ Fuß Seewaſſer iſt dem mittleren Gewichte der Atmoſphäre gleich, und vermöge der bisher angeſtellten Verſuche druckt jedes hinzukommende Gewicht, welches dem Gewicht der Atmoſphäre gleich iſt, eine Quantität Seewaſſer um $\frac{4}{100000}$ zuſammen. Findet dieß nun beſtändig ſtatt, ſo muß das Meer da, wo es zwey Meilen tief iſt, durch ſein eigenes Gewicht um 69 Fuß 2 Zoll, und das Waſſer auf dem Boden um $\frac{13}{1000}$ zuſammengedruckt ſeyn.

Das Weſen der Flüſſigkeit des Waſſers haben einige mit Carteſius in eine beſtändige Bewegung der Theile deſſelben geſetzt; andere hingegen haben weit richtiger mit Mariotte und Boerhaave angenommen, daß die Wärme die Urſache aller Flüſſigkeit ſey.

Uebri-

Uebrigens iſt aber das Waſſer allgemein als ein Element betrachtet worden.

Gewicht des Waſſers.

Bey der Vergleichung der ſpecifiſchen Gewichte der Körper iſt das Gewicht des Waſſers der allgemeine Maasſtab, oder die Einheit, auf welche alle übrige bezogen werden. Daher iſt es nöthig, die Größe dieſer Einheit in allgemein bekannten Gewichtsmaaßen zu beſtimmen, weil hievon die Berechnung aller abſoluten Gewichte der übrigen Körper abhängt, wenn man dieſelben aus ihren ſpecifiſchen Gewichten finden will.

Wolf[e]) bediente ſich zu Abwägung des Waſſers eines hohlen Würfels von Meſſingblech, deſſen innerer Raum bis an die darauf verzeichneten Linien genau einen rheinländiſchen Cubikzoll faßte. Das Brunnenwaſſer, welches dieſen Raum erfüllte, wog 495 Gran Medicinalgewicht. Dabey ſtand die Wage ſo genau inne, daß, als er noch zwey Gran zulegte, der Ausſchlag einen Winkel von 7 Grad machte. Hieraus fand Wolf das Gewicht des rheinländiſchen Cubikfußes von dieſem Brunnenwaſſer 495000 Grän, oder 64 Pfund (das Pfund zu 16 Unzen gerechnet) 7 Unzen 2 Drachmen, und er rechnet in ſeinen Schriften insgemein 64 Pfund Medicinalgewicht auf den Cubikfuß Waſſer nach rheinländiſchem Maaße.

Weil ſich der rheinländ. Fuß zum Pariſer Fuß wie 13913 : 14400 verhält, ſo findet ſich das Gewicht eines Cubikfußes Waſſer nach Pariſer Maaß, wenn man die Gewichtsangabe des rheinländiſchen (beynahe $64\frac{1}{2}$ Pfund) im Verhältniſſe der Cubikzahlen von

e) Nützliche Verſuche. Th. I. S. 12. 13.

von 13913 und 14400 vergrößert. Auf ſolche Art findet man $71\frac{1}{2}$ Pfund Medicinalgewicht, welches nach franzöſ. Troygewichte ohngefähr $69\frac{2}{3}$ Pfund ausmacht. Gewöhnlich ſetzen die franzöſiſchen Schriftſteller den Cubikfuß Waſſer auf 70 Pfund Troygewicht.

Wenn aber dergleichen Verſuche einige Genauigkeit in ihren Reſultaten geben ſollen, ſo muß hiebey nicht allein auf die Beſchaffenheit des Waſſers, ſondern auch auf die Temperatur der Atmoſphäre Rückſicht genommen werden. Muſſchenbroek [f]) ward hierauf zuerſt aufmerkſam gemacht, und fand das Gewicht eines rheinländ. Cubikfußes Brunnenwaſſer in Troygewicht:

1740 bey 42 Grad Wärme	63 Pf.	2 Unz.	1 Dr.	4 Gr.
1743 — 33 — —	63 —	4 —	4 —	16 —
1744 — 50 — —	63 —	0 —	3 —	$30\frac{1}{4}$ —
1752 — 46 — —	63 —	3 —	4 —	43 —
Regenwaſſer	63 —	3 —	7 —	9 —
nach s'Graveſande	63 —	7 —	3 —	40 —
nach de Volder	63 —	4 —	7 —	36 —

Ein anderes Haupterforderniß bey Verſuchen dieſer Art iſt, daß der Würfel, den man dazu gebraucht, auf das genaueſte gearbeitet ſey; denn geſetzt, man bediene ſich hiezu eines Würfels von 1 oder 2 Decimalkubikzollen, ſo wird ein geringer Fehler, bey der Beſtimmung des Gewichts eines Cubikfußes Waſſer durch denſelben, 1000 oder 500 mal wiederholt, ſchon beträchtlich groß ausfallen. Lulofs, welcher nach van Swinden's Zeugniß hierauf ſehr große Sorgfalt wandte, und ſich auch eines größern, mit vorzüglicher Genauigkeit gearbeiteten Würfels bediente,

f) Introduct. ad philoſ. natur. T. II. §. 1499.

te, fand das Gewicht eines rheinländ. Cubikfußes Regenwaſſer von 64° Wärme nach Fahrenh. 62 Pfund 9 Unzen 5 Drachm. 36 Gran Troygewicht.

Eis.

Die merkwürdige Erſcheinung, daß das Waſſer ohne zu gefrieren eine weit größere Kälte aushalten kann, als ſonſt dazu gewöhnlich nöthig iſt, und welche Fahrenheit zuerſt bemerkte, hat Martin Triewald, Maſchinendirektor des Königs von Schweden, in einem Briefe an Sloane [g]) beſtätigt. Er nahm am 15ten Dec. 1729 eine lange Flaſche mit Waſſer, worin ſich carteſianiſche Männchen befanden, bey ſtarker Kälte von einem Geſtell herab, und fand das Waſſer vollkommen flüſſig; als er aber mit der Hand auf die Blaſe über der Oeffnung druckte, verwandelte es ſich in Zeit von einer Sekunde in Eis. Auch Muſſchenbroek [h]) hat dieſe Verſuche mit Waſſer in wohl verſtopften Flaſchen wiederholt, welches die Nacht über einen ſtarken Froſt aushielt, ſobald er aber den Stöpſel abzog, ſich binnen einer Minute mit Eisblättern anfüllte.

Ferner führt der Herr von Mairan [i]) an, er habe vom Herrn Jallabert, Prof. der Mathematik zu Genf, erfahren, daß Herr Micheli ihm vor etlichen Jahren folgendes geſchrieben habe: wenn man das Thermometer in einen gläſernen Cylinder ſteckt, welcher ohngefähr einen Zoll weit und 7 bis 8 Zoll lang iſt, denſelben voll Waſſer gießt, mit einem Deckel

g) Philoſoph. Tranſact. n. 418.

h) Tentam. experiment. Acad. del Cimento.

i) Abhandlung vom Eiſe. Leipz. 1752. 8. S. 165. f.

Deckel von Pappe bedeckt, und hernach dieß Gefäß ſammt dem Thermometer in eine ganz ſtille Luft ſetzt, die 11, 12, 13, 14 auch wohl 15 Grad (nach Micheli's Thermometer) kalt iſt, ſo wird dieſes Waſſer endlich eben den Grad der Kälte annehmen, und das Thermometer darin auf eben den Grad fallen, ohne daß das Waſſer gefriert. Rührt man aber alsdann nur die Oberfläche dieſes Waſſers mit einem eiſernen Drathe an, den man mit Schnee oder Eis gerieben hat, ſo ſieht man viel kleine Splittern Eis entſtehen, und das Thermometer ſteigt ſchnell auf 10½ Grad, welches beynahe der Froſtpunkt iſt.

Der Herr von Mairan ſelbſt hat eine ganze Reihe Verſuche hierüber angeſtellt, wobey Waſſer, über deſſen Oberfläche Baumöl gegoſſen war, bey einer Kälte von 5 Graden unter dem Froſtpunkte nicht gefror, bis er mit einem Schlüſſel an das Gefäß klopfte, da denn nach 12 bis 18 Schlägen das ganze Waſſer mit Eisſchiefern vermengt war. Als er aber das Baumöl mit einem Löffel wegnahm, ſo ward das Waſſer ganz zu Eis, bis auf etliche Tropfen, welche flüſſig blieben, und an den Spitzen, womit das Eis beſetzt war, herabfloſſen. Sie gefroren aber auch in einem Augenblicke, und 15 oder 20 Minuten hernach war das Stück Eis vollkommen feſt, ſowohl inwendig, als auch auswendig. Das hinein geſenkte Thermometer ſtieg während dieſer Zeit, und die entſtandenen Eisſplitter in anderes Waſſer geworfen ſchwammen auf demſelben.

Das Waſſer, welches anfänglich zwiſchen den kleinen Eisſplittern war, fror mit ihnen zuſammen, und machte ein den Sinnen nach einförmiges Gewebe mit ihnen aus. Die Luftblaſen entſtanden darin nach etli-

etlichen Stunden, und den andern Tag zeigten ſie ſich weit größer und häufiger. Viele von dieſen Blaſen in den Gläſern, woraus er die vorhergehenden Tage das Eis nicht genommen, hatten die Geſtalt von Glastropfen angenommen, deren Kopf beynahe der Axe des Afterkegels oder des Gefäßes, und der Schwanz dem innern Rande zugekehrt war.

Nach dem Herrn von Mairan iſt die wahrſcheinlichſte und nächſte Urſache dieſer Wirkung nichts anders, als die Ruhe der Waſſermaſſe. Eine ähnliche Ruhe derjenigen Maſſe Luft, welche die Oberfläche des Waſſers berührt, bringe beynahe eben dieſe Wirkung hervor, oder trage doch etwas dazu bey. Die erſte dieſer beyden Urſachen werde uns durch ihr Gegentheil angedeutet, nämlich durch die Bewegung und Erſchütterung des flüſſigen Körpers; die andere durch die Veränderung der Luft, oder durch Hervorbringung friſcher Luft.

Carl Wilke k) hat über dieſen Gegenſtand neuere Verſuche angeſtellt, von welchen einige angeführt zu werden verdienen. Er ſtellte einige kalte Glasröhren, welche mit Waſſer angefüllt geweſen waren und in einem Zimmer, wo das Thermometer 8 Grad unterm Eispunkte ſtand, geſtanden hatten, ohne daß das Waſſer darin gefroren war, ins Waſſer, und ſahe mit Vergnügen, mit welcher Geſchwindigkeit die Eisſchiefer davon gleichſam anwuchſen und die ganze Waſſermaſſe erfüllten. Um eine ſo ſchöne Erſcheinung öfter zu ſehen und beſſer zu unterſuchen, trug er die Glä-

k) Abhandl. der ſchwed. Akad. der Wiſſenſch. B. XXXI. S. 87. f. der Ueberſ.

Gläſer in ein warmes Zimmer, da das lockere Eis bald aufthauete, und ſtellte ſie alsdenn wieder in die vorige Kälte, wo das Thermometer noch 6 Grad unterm Eispunkte ſtand. Nach 6 Stunden bemerkte er mit einiger Veränderung daſſelbe Gefrieren in den Gläſern wie vorhin. Als er aber die gläſerne Röhre in die größte gläſerne Kugel, 6 Zoll im Durchmeſſer, ſetzte, ſo entſtanden darin keine Eisſchiefer, wie vorhin. Dagegen fiengen kurz darauf von dem Boden der Kugel eine Menge der ſchönſten und ordentlichſten sechsſtraligten Sterne oder Schneegeſtalten aufzuſteigen an, die in einer wagrechten Stellung ſich ganz langſam durch das klare Waſſer erhoben, im Aufſteigen augenſcheinlich größer wurden, und endlich an der Kugel obern Theile ſtehen blieben, wo ſie ein feines ſogenanntes Krafeis ausmachten, das ohne ferneres Wachsthum das übrige Waſſer klar und ungefroren ließ. Dieſe unerwartete Erſcheinung reizte ſeine Aufmerkſamkeit um deſto mehr, weil noch niemand vor ihm einen ſo merkwürdigen Umſtand wahrgenommen hatte, und er vermuthete nicht ohne Grund, ſich daher gegründete Vorſtellungen machen zu können, ſowohl wie des natürlichen Schnees Geſtalten entſtehen, als auch, woher alle übrige Figuren beym Gefrieren des Waſſers kommen. Bey ſeinen Beobachtungen und Bemerkungen ſetzt er als etwas Allgemeines voraus, daß ungleiche Geſtalt und Beſchaffenheit des gläſernen Gefäßes, und ſelbſt des Waſſers nichts beſonders in der Sache ändern. In metallenen und hölzernen Gefäßen hat es ihm noch nicht gelingen wollen, das Waſſer ungefroren zu behalten. Wenn die Gläſer kleine Oeffnungen beſitzen, ſo kann man ſie unbedeckt laſſen; über größere bindet man eine Blaſe, oder bedeckt ſie mit einer gläſernen Glocke. See- Brunnen-

und

und Schneewaſſer, gekochtes und ungekochtes, deſtillirtes, luftfreyes und luftvolles Waſſer, ſind alle mit einerley Figuren gefroren. Nur Waſſer, das mehr oder weniger geſalzen, oder auf andere Art vermiſcht war, hat er jedoch noch nicht genug unterſucht. Das Gefrieren des Waſſers wird durch irgend einen kalten Körper erregt. Der Deutlichkeit wegen unterſcheidet er hiebey Eisfiguren, die in freyem Waſſer aufgeſtiegen ſind, von andern, die an des Gefäßes Seiten oder des Waſſers Oberfläche entſtehen oder emporkommen. Die erſten nennt er freyes Mitteleis, die letztern Seiteneis.

Anſehen und Beſchaffenheit des Mittel- oder Sterneiſes richten ſich nach der Kälte, die das Waſſer vor dem Gefrieren erhalten hat. Waſſer, welches noch einen ganzen oder halben Grad Wärme über den Eispunkt des ſchwediſchen Thermometers hat, läßt ſich auf keine Weiſe durch kalte Körper zum Anſchießen in Eiskryſtallen bringen. Dieſe Körper werden nur von einer weißlichten mit Luft untermengten Eisſchale überzogen. Doch gelingt der Verſuch nur mit ſehr kalten Körpern, als mit einer Glasröhre voll Schnee und Kochſalz u. d. gl.

Steht die Wärme des Waſſers auf den Eispunkt ſelbſt, und wird es ſodann in ein kaltes Glas gegoſſen und da umgerührt, oder ſehr kaltes Queckſilber u. d. gl. hineingegoſſen, ſo entſteht in großer Menge eine kleine Eisgeſtalt, die gleichſam der Grund und Anfang aller übrigen iſt. Es iſt eine kleine, kreisrunde, glatte, ſehr dünne klare Eisſcheibe, wie ein Pfennig, ohne einige Anzeige von Luftblaſen. Dieſe kleinen runden Scheibchen begeben ſich alle in wagrechter Stellung aufwärts, und ſind oft ſehr häufig. Sie ſehen ohngefähr gleich dick aus,

bey

bey genauerer Betrachtung aber findet man ſie oben rundlich und unten platt. Gießt man durch einen papiernen Trichter in ſolches Waſſer Queckſilber, das in Schnee und Kochſalz abgekühlt iſt, ſo friert das Waſſer um den niederſchießenden Strahl plötzlich zu einem hohlen Eiscylinder, der nachgehends im Waſſer aufſchwimmt.

Hat das ſtillſtehende Waſſer eine Kälte von einem halben oder ganzen Grad unter dem Gefrierpunkte erreicht, ſo entſtehen die vorigen Eisſcheiben, aber nun werden ſie beym Aufſteigen von einem blättrigen Rande umgeben, der auch in dieſer Ebene anwächſt und ſichtbarlich zunimmt, ſich ändert und eine ordentliche ſechseckige Schneegeſtalt ausmacht. Hiebey bemerkt er: 1. die mittelſte Scheibe erreicht oft mit einem wohl begränzten Kreisrande den Durchmeſſer einer Linie, ehe man merkt, daß etwas daran herausſchießt; 2. vom Anfange ſchießen nicht nur ſechs ordentlich geſtaltete Blätterchen heraus, ſondern der ganze Rand wird von viel mehreren gleich großen rundlichen Ausſchüſſen umgeben; 3. die ſechſe aber, welche dem Stern ſeine Geſtalt geben, wachſen ſchneller und bekommen neue Seitenäſte, dadurch trennen ſie ſich gleichſam von den übrigen und verdrängen derſelben Wachsthum; 4. das Wachsthum dieſer Strahlen ſcheint oft gleichſam ein wenig ſtille zu ſtehen, und dann wiederum mit neuem Triebe anzufangen, daß mehr verſchiedene Figuren in einander liegen. Eben das erfolgt, wenn mehrere ſchon gewachſene Sterne ſich zuſammen legen, von denen, welche unten der obern Wachsthum hindern; 5. wenn dieſe Figuren in wärmeres Waſſer kommen, welches hiebey allemal geſchieht, ſo ſchmelzen die feinen Strahlen, und daraus ent-

entſtehen neue Geſtalten; 6. wie das Waſſer bey dieſen Eisbildungen etwas wärmer wird, ſo werden auch die Figuren nach und nach kleiner, unvollkommener und endigen ſich zuletzt mit einzelnen Scheiben, worauf das Seiteneis allein zunimmt, wenn man das Glas noch in der Kälte läßt; 7. ſchüttet man in dieſes Waſſer von Anfang an ſehr kaltes Queckſilber, ſo wächſt Eis vom Boden wie ein kleiner Wald auf, mit Eisblättern, von welchen Sterne ausgehen.

Hat das Waſſer 2 Grad Kälte, ſo darf man nur einige Körner Schrot hineinfallen laſſen, um eine Menge ſchöner Sterne zerſtreuet wahrzunehmen, welche alle ein rundes Scheibchen zum Mittel haben, aber kleiner als zuvor; ihre feinern Aeſte wachſen auch um viel ſchneller und gleicher, ſo daß die Figur bald die Größe eines weißen Stüberſtücks erreicht; endlich werden ſie kleiner, gleichen den vorigen, und ſchließen ſich auch gewöhnlich mit Scheiben- und Seiteneis.

In noch kälterm Waſſer entſtehen dieſe Sterne auf dieſelbe Art, aber ſie wachſen ſo ſchnell zum Durchmeſſer eines oder mehr Zolle, daß das Auge ihrer Bildung kaum folgen kann, ehe das ganze Waſſer von ihnen eingenommen wird. Die kleine mittlere Schale iſt nun kaum mehr zu ſehen, dagegen gehen ſechs ſtarke Hauptſtrahlen von dieſem Mittelpunkte aus, und treiben ſeitwärts unter Winkeln von 60 Grad andere kleine Seitenzweige, die von neuem mit noch kleinern geziert ſind, und zuſammen ein Gewebe wie ein Netz ausmachen, von deſſen Beſchaffenheit folgendes zu bemerken iſt: 1. dieſer ganze vollkommene Eisſtern macht eine einzige dünne Ebene aus, 2. auf einer Seite iſt er ganz glatt und ſpiegelnd, auf der andern erhaben und gleichſam gravirt, 3. der ganze Stern und

und deſſen Strahlen mitten, und nahe an der Mitte, iſt dick; je weiter man aber davon wegkommt, deſto mehr nimmt er ab, wobey die ſtärkſten Strahlen am meiſten erhoben ſind, und die feinern, als dünnere, gegen einander geneigt ſind.

Das Erwachſen dieſer Eisblätter und aller ihrer Aeſte verhält ſich folgender Maaßen: der erſte Hauptſtrahl, nicht wie eine ſcharfe Spitze, ſondern vorn wie ein abgerundetes Blatt, treibt im Waſſer nach einer geraden Linie fort, ſpaltet ſich aber zugleich allemal in zwey andere Seitenblätter, die auf die Seite gerückt werden, indem es ſelbſt wieder vordringt. Oft hemmt ſich dieſer Zuwachs damit, daß der Hauptſtrahl am Ende wie geſpalten wird. Auf die erſte Art entſtehen faſt jeden Augenblick neue Aeſte ſeitwärts, die alle wieder nach eben dem Geſetze ſeitwärts neue Seitenäſte abgeben; die aus ihren Spitzen wie aus einer Quelle hervorbrechen, behalten nicht alle ihren Wachsthum, ſondern die meiſten bleiben bald ſtehen, und werden gleichſam von einigen erſtickt, die den ſtärkſten Trieb haben, und durch Austreibung der Seitenäſte den übrigen gleichſam die Materie wegnehmen, oder den Weg verſperren. Auf ſolche Art ſondert ſich oft ein Seitenaſt vom Hauptaſte, und wieder ſein kleiner Schößling von ihm, woraus mehrere und ungleiche netzähnliche Gewebe entſtehen, in welchen man manchmal den erſten Stern oder Mittelpunkt ſchwerlich erkennt. Alle dieſe Schößlinge wachſen am beſten und verbreiten ſich nach der Seite, wo das freyeſte Waſſer iſt, ſtehen aber ſtill, ſobald ſie an einander oder an die Seite des Glaſes kommen. Davon rührt auch ein anderer Umſtand her, der ſowohl bey dieſen als bey den vorigen kleinen Figuren vorkömmt. Man ſieht näm-

nämlich mannichmal zwey Figuren an einander gehängt und wie gegen einander geneigt, als ob mehrere Strahlen in unterſchiedenen Ebenen aus einem Mittelpunkt giengen. Dieß ereignet ſich, wenn die erſten kleinen Stammſcheiben ſich ſo mit den Rändern zuſammenſetzen, daß ſie einen Winkel machen, und alsdenn jede in ihrer Ebene Strahlen treibt. Alsdenn hindert meiſtens der eine Stern des andern Wachsthum, daher wird auch gemeiniglich einer nicht mehr als halb. Ebenfalls ereignet es ſich, daß die erſten Hauptſtrahlen ſich ſo durch einander ſetzen, daß daraus zwey faſt vollkommene Sterne entſtehen, welches doch ſehr ſelten iſt. Solche Figuren ſind auch nicht häufig. Die beſte Gelegenheit, den beſchriebenen Eiswuchs zu bemerken, iſt, wenn man die Oberfläche des Waſſers mit einer kalten Spitze oder einem Eiszapfen berührt, dadurch wird des Sternes Mittelpunkt an dieſem Ort feſtgeſetzt, und die Blätter wachſen nachgehends niederwärts ins Waſſer.

Alle dieſe beſchriebenen Figuren haben ſich ſelten oder nie in etwas kaltem Waſſer gewieſen, daß nicht ſogleich, oder alſobald darauf an des Glaſes Seiten herum mehrere andere Eisfiguren entſtanden ſind, die dem erſten Anſehn nach jenen ziemlich unähnlich waren, eine mehr unordentliche Geſtalt hatten, und faſt gänzlich dem gemeinen Seiteneiſe ähnlich waren, womit Waſſer, das offener Kälte ausgeſetzt iſt, von auswendig hinein zu frieren pflegt. Dieß Eis iſt dem Anſehen nach von zweyerley Arten, 1. das erſte zieht ſich mit langen gleichen ſpitzigen Strahlen an der Fläche des Glaſes oder des Waſſers hin, aber innerhalb des Waſſers treibt es eine Menge Schößlinge, die den vorigen Sternen ähnlich ſehen. Dieſes Eis entſteht ſo, daß einige der vorigen Sterne bey ihrer erſten Bil-

dung

dung ſich mit einem Rande an die Fläche des Glaſes oder des Waſſers gehängt haben, und von da an innerhalb des Waſſers zu ihrer erſten Geſtalt erwachſen ſind. Aber an der Seite des Glaſes werden die Strahlen gehindert, ſich nach dieſer Ebene auszubreiten, dagegen bekommen die Strahlen, die ſich an das Glas geheftet haben, gleichſam einen neuern, ſtärkern Trieb, nach deſſen Fläche zu wachſen, zugleich aber innerhalb des Waſſers eine Menge Seitenwege und Blätter auszutreiben, welche alle mit dem erſten Sterne in einer Ebene ſind. An der Seite dieſes Glaſes werden dieſe Seitenſchößlinge wieder in einen breitern, und auf mancherley Art kantigen Eisrand gezwängt. Dieſe Verwandlung der Sterne kommt bey dem erſten Verſuche ſo oft vor, daß man alle übrige Abänderungen nur für Wirkungen einer und derſelben Urſache halten muß. 2. Das andere unordentliche Seiteneis iſt dasjenige, welches auf die erſten Anſchießungen folgt, und die Flächen ſowohl des Glaſes, als der Sternblätter mit einer gleichen Eisrinde überzieht, die anfangs klar und durchſichtig iſt, an Dicke zunimmt, endlich mit Luft vermengt wird, und zulezt alle Zwiſchenräume der platten Eisſchiefer verhüllt, und das Waſſer ganz in dichtes Eis verwandelt. So wenig auch dieſes Eis mit dem vorigen einerley Geſtalt zu haben ſcheint, ſo bemerkt man doch bey deſſen erſter Bildung, daß es ſich davon nicht weiter unterſcheidet, als daß ſich hier die platten Sterne platt an die Glasfläche legen, und ſolchergeſtalt ſich nach derſelben Ebene ausbreiten. Daher zeigt ſich zuerſt allerhand Blumenwerk, das aus mancherley runden Scheibchen zuſammengeſezt iſt; oft finden ſich wirklich Sterne, deren Strahlen gleichförmig nach der Oberfläche forttreiben, an beyden Seiten mit blät-

tri-

trigen Ausſchößlingen geziert ſind, die ſich erweitern und die Oberfläche überziehen, dicker und unförmlicher werden, worauf man keine deutliche Bildung weiter wahrnimmt.

Die gleiche Eisrinde, welche die Gefäße bey künſtlicher Kälte überzieht, giebt zwar eben keine Anzeigen einer Eisfigur; wenn man aber ihre Oberfläche mit einem Vergrößerungsglaſe betrachtet, ſo beſteht ſolche aus verſchiedenen parallelen Streiſen oder Erhöhungen, die nicht undeutlich von einer Menge runder Scheibchen herrühren, die ſich alle am Rande lothrecht gegen die Oberfläche auſſen an einander geſetzt haben. Man ſieht die Gemeinſchaft dieſes Eiſes mit dem vorigen noch deutlicher, wenn man in eine Miſchung von Schnee und Salz nach und nach und ſachte ein Glas mit ungleich abgekühltem Waſſer niederſetzt, da ſich dieſes Eis dann auch nach den vorigen Graden richtet. Solchergeſtalt entſteht 1. bey Waſſer, welches nicht ganz eiskalt iſt, nie etwas anders, als die gleichförmig zunehmende Eisrinde, 2. bey der Eiskälte, und noch beſſer Einen Grad darunter, fängt das Eis mit allerhand wirbeligen Eisblumen an, wie das Laubwerk an Fenſterſcheiben; ſie werden mit einer Eisrinde überzogen, von der an des Glaſes Seiten hinauf ſpitzige ſäbelähnliche Strahlen ausſchießen; innerhalb des Waſſers geſchieht noch kein Anſchießen. Hat aber 3. das Waſſer ſchon 2, 3 oder mehr Grad Kälte, ſo ſteigen vom Boden wirkliche Sterne herauf, und erwachſen eben ſolche Eisblätter und Figuren, wie alle die vorigen, die das Waſſer von unten herauf mit Eisſchiefern erfüllen, worauf die Zwiſchenräume erſt voll gleiches Eis zu werden anfangen.

Nach Erzählung dieſer Verſuche fügt **Wilke** noch folgende Bemerkungen hinzu: alle bisher beſchriebene Eisgeſtalten haben ſo viel Uebereinſtimmung, daß man ſie nicht ohne Wahrſcheinlichkeit für eine und dieſelbe Erſcheinung halten kann, und alle im gefrornen Waſſer entſtehende Eisgeſtalten als bloße Abänderungen der ordentlichen ſechsſtrahligen Sterne anſehen darf, welche eigentlich die wahre und vollkommenſte Geſtalt ausmachen, die das Waſſer, beym Anſchießen in Eis, annimmt. Sie fangen allezeit in einem kleinen Tüpfelchen, in Geſtalt einer runden Scheibe, anzuſchießen an, um welche die übrigen Strahlen in dieſer Ebene wachſen. Größe, Anſehn und Wachsthum dieſer Strahlen kommen lediglich auf den Grad der Kälte an, welchen das Waſſer hat; aber daß allezeit ſechs dieſer Strahlen ſich von den übrigen abſondern, und ſowohl unter ſich, als mit allen Seitenäſten Winkel von 60 Grad machen, das wird ohne Zweifel durch einen beſondern Bau und Geſtalt der Waſſertheile verurſacht.

Ohne Thermometer wird man nicht leicht die oben beſchriebenen Geſtalten einiger Maaßen zuverläſſig erhalten, daher verdient auch deſſelben Steigen und Fallen bey dieſen Verſuchen beſondere Aufmerkſamkeit; 1. wenn es ganz ins Waſſer geſenkt iſt, ſo fällt es nach und nach bis gegen eben den Grad, den ein anderes daneben in der Luft hangendes zeigt, nach dem Maaße wie das Waſſer kalt wird. Aendert ſich die Wärme der Luft, ſo ſteigt es wieder langſam, und das ſtillſtehende Waſſer bleibt unverändert flüſſig. 2. Sobald ſich Eis auf die eine oder andere Art im Waſſer anzuſetzen anfängt, empfindet das Thermometer dieſen Umſtand, und ſteigt auf ein-

einmal ſchnell zum Eispunkte, ſobald die Eisſterne oder Eisſcheiben die Eintheilung oder die Kugel berühren. Wächſt das Eis vom Boden herauf und erreicht es das Thermometer, ſo iſt es angenehm zu ſehen, wie ſchnell ſowohl das Thermometer ſteigt, als auch das Eis ſelbſt ſich an deſſen Eintheilung und dem Faden, an dem es hängt, hinzieht, bis an die Waſſerfläche hinauf, als hätte der von unten herauskommende Eiswuchs an dieſen Körpern einen leichtern Weg oder eine Leitung zu folgen gefunden. Man ſollte vermuthen, dieſe Körper würden durch das Eis kälter, weil ſich das Eis eben ſo um kalte Körper, die ins Waſſer geſetzt werden, anſetzt, aber das Steigen des Thermometers giebt zu erkennen, daß ſie wirklich wärmer werden. Das Eis, welches wärmeres Waſſer abkühlt, verurſacht alſo in einer Sache, die kälter als eiskalt iſt, eine wirkliche Wärme. Hieraus iſt es zu begreifen, wie das Anſetzen des Eiſes mit dem Grade 0 auf dem Thermometer zuſammenhängt. Dieſes wird 3. dadurch beſtätigt, daß, nachdem das Thermometer einmal bis zum Eispunkte geſtiegen oder gefallen iſt, und das Eisſetzen ſich angefangen hat, das Waſſer nicht mehr wie vorhin in der Kälte noch kälter wird, ſondern zu Eis gefriert, welches alsdann erſt noch größere Kälte annehmen kann. Hieraus verſteht man die bey den Eisſternen bemerkte Ordnung, daß die größten zuerſt kommen, und endlich nur die kleinen in eiskaltem Waſſer gewöhnlichen runden Scheibchen.

Weil das Thermometer in ſtillſtehendem kalten Waſſer unter den Eispunkt fällt, ohne daß das Waſſer dabey zu Eis wird, ſondern noch flüſſig bleibt, ſo iſt klar, daß die Entſtehung des Eiſes nicht allein

auf dieſen beſtimmten Grad der Kälte ankommt, ſondern daß noch eine andere Urſache hiebey wirkſam ſeyn muß. Dieſe Urſache glaubt Wilke in nichts anderm zu ſuchen, als in der Bewegung und dem Schütteln der Waſſertheilchen oder der Anrührung mit einem kalten Körper, der ins Waſſer kömmt.

Das Eis ſelbſt ſcheint, ſo zu ſagen, eine vervielfachende Kraft zu beſitzen. Man ſieht dieß ſchon an den Sternen und Eisblättern, welche im freyen Waſſer zunehmen, auch iſt nichts kräftiger, das Anſchießen des Eiſes zu erregen, als ſchon vorhandenes wirkliches Eis, daher man auch bey Gläſern, die nicht ganz voll ſind, genau zuſehen muß, daß nicht beym Schütteln u. d. gl. der obere kältere Rand des Glaſes die erſten Eisſchalen verurſacht, die man nachdem für Wirkungen der Bewegung anſehen könnte. Aus eben dem Grunde thun kleine mit Eis überlaufene Körper allemal mehr Wirkung als bloß kalte und trockene. Die Wirkung dieſes Eiſes auf kaltes Waſſer, ſagt Wilke, hat doch etwas ſonderbares. Das Thermometer zeigt, daß das Eis ſelbſt bey ſeinem erſten Entſtehen nicht mehr Kälte hat, als der Eispunkt zeigt; gleichwohl thut dieſes Eis eben die Wirkung auf alle andere Körper, indem es Eiswuchs verurſacht, zugleich aber dem entgegengeſetzt, was man vermuthen ſollte, macht es das Waſſer wärmer. Dieſe ſeltſame Erſcheinung zu erklären unternimmt ſich aber Wilke nicht. Er zieht bloß aus ſeinen gemachten Verſuchen einige allgemeine Anwendungen und Schlüſſe.

Alle Eisfiguren von der kleinſten bis zur größten, ſofern ſie nicht an andere Körper feſt geworden ſind, ſchwimmen allemal im Waſſer auf, ob ſich gleich in

in ihm keine Spur eingemengter Luftblaſen findet, mithin ſcheint hierdurch die Streitfrage zulänglich mit ja beantwortet: ob Eis leichter iſt, als das Waſſer, aus dem es entſtanden iſt? Man bemerkt, ſagt Wilke, nicht eher einige Luftblaſen, als bis ſich das gleichförmig zunehmende Seiteneis zu bilden angefangen hat. Indeſſen ſchwimmt das kleinſte Scheibchen ſowohl aufwärts als der größte Eisſtern, welches unläugbar zeigt, daß die Waſſertheilchen in einen lockerern Körper zuſammengefügt worden ſind.

Die in reinem und unvermengtem Waſſer aufſteigenden ſechsſtrahligen Sterne beweiſen, daß alle ſolche Bildungen in andern Waſſermiſchungen einzig und allein von den Waſſertheilen ſelbſt herrühren, und daß alle übrige Theile nichts anders thun, als theils das Gefrieren des Waſſers hindern, theils feinere Ramificationen veranlaſſen.

Unter dem Ausdrucke Kraſeis oder Bodeneis verſteht er dasjenige Eis im Großen, welches mit den beſchriebenen Eisſternen und Eisblättern im Kleinen gleichartig iſt. Block [1]) hat dieſes Eis, welches den Motalaſtrom und andere Ströme hemmt, beſchrieben. Es ereignet ſich nie im Frühlinge, nachdem das Eis loßgegangen iſt, oder bey Thauwetter, ſondern meiſtens vor Weihnachten ſelbſt, ſelten nach Weihnachten; aber allemal bey der erſten einfallenden ſtrengen Kälte nach vorhergegangener gelinden Witterung, beſonders trockenen und ſchneeloſen Wintern. Wenn ſich aber der Winter einmal eingeſtellt hat, und die Seen mit Eis bedeckt ſind, ſo hat man den Strom nie

1) Anmärkningar öfwer Motala Ström-ſtadnande. 1708.

nie auf dieſe Art gehemmt gefunden. Alles dieß, ſagt Wilke, ſo wie auch die Beſchreibung von dem Ausſehen des Eiſes, ſtimme mit ſeinen Verſuchen überein. Das Waſſer, welches zu ſolchem Eiſe frieren ſoll, müſſe zuvor kälter als eiskalt ſeyn, welches nicht ſtatt finde, ſobald ſchon Eis vorhanden oder Schnee hineingefallen ſey. Dieſe Abkühlung könne das Waſſer nur im erſten trockenen und ſchneeloſen Winter um Weihnachten u. ſ. f. erlangen, und ſie ereigne ſich am leichteſten an denjenigen Stellen, wo der Grund ſteinigt ſey, oder Felſen darunter fortſtreichen. Wenn hierauf plötzlicher Wind Schnee, kalte Erde, Sand u. d. gl. ins Waſſer treibt, ſo erfüllt ſich das Waſſer vom Boden herauf auf einmal mit einer Menge von Eisblättern, die nach den Umſtänden ein wirkliches Boden= oder Grundeis ausmachen, das durch ſchnellen Zuwachs das ganze Waſſer bis oben hinauf mit ſogenannten Krapp= oder Kraſeiſe erfüllen kann. Man habe daher an des gemeinen Mannes wahrhaften Berichten von ſolchem Eiſe nicht zu zweifeln, noch mit den Gelehrten auf eine eismachende Materie zu deſſelben Erklärung zu denken; die ganze Sache beruhe nur auf einem geringen Unterſchiede zwiſchen des Waſſers und anderer Körper Zuſtand der Wärme und Kälte. Vielleicht könnte man der größern Abkühlung und dem daraus entſtehenden Kraſeiſe dadurch zuvorkommen, daß man ſchon vorhandenes Eis ins Waſſer würfe.

Schon Hales [m]) hatte die gemeine Meynung von der Entſtehung des Grundeiſes vertheidigt, und dieſe ſeine Vertheidigung auf eine von ihm angeführte Beobachtung gegründet. Er hatte nämlich ein Eis=bette

m) Vegetab. ſtatiks. im Anhange.

bette wahrgenommen, welches ſich demjenigen Eiſe, das ſich auf der Oberfläche des Waſſers gebildet hatte, gerade gegenüber gelagert hatte. Nachdem er nun das obere Eis durchſtoßen und unteres Eis aufgefangen hatte, ſo fand er daſſelbe von einer Dicke von beynahe $\frac{1}{2}$ Zoll, es beſaß aber mehrere Höhlungen, war mehr ſchwammigt und weniger feſt, als das obere Eis. Hales fügt hinzu, das untere Eis ſey mit dem Grunde des Bodens der Flüſſe verbunden, und führe auch mehrentheils Sand und Steine mit ſich. Dagegen wollte aber der Abt Nollet [n]) im Jahr 1743, wo die Seine zugefroren war, durch viele Beobachtungen wahrgenommen haben, daß die Meynung vom Grundeiſe eine irrige Behauptung ſey. Es wäre natürlich, daß das Waſſer an der Oberfläche, wo es die kältere Luft berühre, am erſten ſeine Wärme verlieren und ſich in Eis verwandeln müſſe, und die an ſolchen Eisſchollen befindlichen Spuren von Sand, Erde und Steine zeigten nicht Entſtehung am Boden, ſondern am Ufer an.

Ueber die Ausdünſtung des Eiſes hat Wallerius [o]) weitere Verſuche angeſtellt, um vielleicht einige noch nicht ſo bekannte Geſetze ausfündig zu machen. Den 16ten Dec. 1736 füllte er einen Cubikzoll von verzinntem Eiſenbleche mit reinem Waſſer, und ſetzte es nachher ans offene Fenſter. Das Waſſer fieng bald an, ſich mit Eis zu überziehen, welches gegen 6 Uhr Morgens, da er mit der kleinſten Wage fand, daß aus dem Würfel $1\frac{5}{8}$ Aß ausgedunſtet waren,

n) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1743.

o) Abhandl. der ſchwed. Akad. der Wiſſenſch. B. IX. S. 235. der deutſ. Ueberſ.

waren, ſo ſtark war, daß er den Würfel ganz auf die Seite legen konnte, ohne daß das geringſte heraus lief. Die zwey Stunden über ſtand das Thermometer am niedrigſten 22, am höchſten 26. Von 6 bis 8 Uhr deſſelben Morgens dunſtete der Würfel $3\frac{13}{16}$ Aß aus. Das Eis war nun ſehr ſtark und dick, der Himmel ganz klar mit einer ſchönen Morgenröthe, bis 10 Uhr dunſteten $2\frac{13}{16}$ Aß aus; von 10 bis 12 Uhr $3\frac{11}{16}$ Aß. Ob es nun gleich wärmer war als zuvor, ſo konnte er doch nicht finden, daß ſich etwas auflößte; von 12 U. bis 2 U. Nachm. waren $3\frac{5}{16}$ Aß ausgedunſtet; von 2 bis 4 Uhr $1\frac{3}{4}$ Aß. Den 14ten Dec. hatte er denſelben Würfel mit Waſſer angefüllt, und ihn auf eben die Art und in eben die Umſtände geſetzt, wie den 16ten Dec., wo er denn fand, daß er von 6 Uhr des Abends bis 6 Uhr Abends des folgenden Tages $15\frac{1}{2}$ Aß, aber von 6 Uhr dieſes Abends bis um 6 Uhr des folgenden Tages ein eben ſo großer und eben ſo gemachter Würfel $24\frac{1}{4}$ Aß ausgedunſtet hatte. Während der erſten 24 Stunden war zwar das Waſſer mit einem dünnen Eiſe überzogen, doch fiel das Wärmemaaß nie unter 25, ſondern hielt ſich meiſtens zwiſchen 30 und 40. Die letztern 24 Stunden war dickeres Eis und ſtärkere Kälte, ſo daß ſich das Thermometer nun zwiſchen 27 und 25 hielt, und nie bis 34 ſtieg.

Ob es nun gleich gewiß ſey, bemerkt Wallerius, daß mehr Wärme die Ausdünſtung des Waſſers vergrößere, ſo finde man doch augenſcheinlich aus gegenwärtigem Verſuche und vielen andern, die er der Kürze wegen übergehe, daß das Waſſer mit Eis überzogen allezeit mehr ausdunſtet, ob es gleich zuvor wärmer war und jetzt kälter iſt. Ja, je ſtärker die Kälte

Waſ-

Waſſer angreift, das in Eis verwandelt werden ſoll, deſto größer iſt auch deſſelben Ausdünſtung.

Um die Ausdünſtung des Eiſes noch beſſer kennen zu lernen, brauchte er größere Ausdünſtungsgefäße; alle ſeine Verſuche aber beſtätigten dieſen Satz, daß, wenn ſich das Waſſer in Eis verwandelt, es allezeit mehr ausdunſtet, ob es gleich zuvor wärmer war, und nun kälter iſt. Dagegen, wenn es in Eis verwandelt iſt, giebt größere Wärme mehr Ausdünſtung.

Uebrigens bemerkt Wallerius noch, daß die Ausdehnung des Eiſes, mithin deſſelben ausdehnende Kraft, nicht von Luftblaſen herrühren könne, wie viele der Meynung geweſen ſind; denn man habe bisher die Luft noch nicht ſo ſtark zuſammenzupreſſen vermocht, daß ſie dicke Glas- und Metallkugeln zerſprengt hätte, welches gleichwohl vom Waſſer, das ſich in Eis verwandle, geſchehe.

Die ſtarke Ausbreitung des Eiſes zeuge genugſam von einer innern Bewegung, und folglich, daß das Waſſer nicht deßwegen mit Eis überzogen werde, weil ſeine Theile alle ruhig beyſammen lägen. Selbſt die beſtändige Ausdünſtung des Eiſes, die ohnſtreitig eine innere Bewegung erfordere, von was für eine Urſache ſolche auch herrühren möge, überzeuge uns von der Richtigkeit dieſer Sache. — Allein ſchon Wolf hatte eine beſſere Urſache von der Ausdünſtung des Eiſes angeführt (Th. III. S. 316. f.).

Noch neuere ſehr zahlreiche Verſuche über das Ausdünſten des Eiſes führt Baron an [p]), aus wel-

p) Mém. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1753.

welchen er Reſultate zieht, die denen der meiſten Phyſiker ganz entgegen ſind; 1. ſey es weit gefehlt, daß die Kälte als Kälte das Ausdünſten des Waſſers befördere, ſie diene vielmehr, dieſelbe zu ſchwächen und zu vermindern, wenn das Waſſer der Bewegung der Luft ausgeſetzt worden; denn 9 Unzen Waſſer hätten durch die Ausdünſtung binnen 4 Tagen nicht mehr als 21 Grän verlohren, da im Gegentheil 2 Unzen Waſſer dem Gefrieren in freyer Luft ausgeſetzt in weniger als einem halben Tage 10 Grän verlohren haben; 2. die Ausdünſtung des Waſſers hange von einer innern Bewegung ab, welche ſich ſo lange erhalte, als es flüſſig ſey, und die Luft diene bloß, die Theile, welche ſich von der Oberfläche getrennt hätten, fortzuführen, und dadurch Gelegenheit zu geben, daß ſich andere Theile abſondern könnten; 3. das Waſſer höre ſogleich auszudünſten auf, ſobald es zu Eis geworden ſey; 4. die Verminderung, welche man am Eiſe, das der freyen Luft oder dem Winde ausgeſetzt worden, wahrnimmt, iſt keine Wirkung der Ausdünſtung, ſondern vielmehr Wirkung einer außerordentlich feinen Zertheilung, welche der Wind, der das Eis ſtößt, unaufhörlich mit ſich fortführt; oder mit einem Worte: die Ausdünſtung des Waſſers iſt eine wahre Ausdünſtung, die des Eiſes aber nicht.

In der That, wenn das Waſſer ausdunſtet, ſo ändert dasjenige, was davon geht, ſeine Form und ſeine Natur; aber dasjenige, was ſich vom Eiſe losmacht, bleibt unverändert, und iſt nichts weiter als ein ſehr feiner Eisſtaub. Geſchieht es alſo, daß dieſer feine Eisſtaub durch den Wind in Ueberfluß mit fortgeführt wird, ſo erzeugt er einen außerordentlichen Grad von Kälte, und dieß iſt vielleicht die Urſache, wel-

welcher man eine oftmals erfolgende ſchleunige Kälte zuſchreiben muß.

Baron gründet dieſe ſeine Theorie auf eine Beobachtung, welche der Schiffskapitän Middleton [q]) in der Hudſonsbay gemacht hat; er bemerkt nämlich, daß die Nebel, welche von den Polargegenden herkommen, augenſcheinlich eine unendliche Menge ſehr kleiner Eisnädelchen enthielten, welche, wenn ſie ſich ans Geſicht oder an die Hände legten, Schmerzen verurſachen. Dieſen ſehr feinen Eistheilchen ſchreibt er die weit empfindbarere Kälte zu, als ſie das Thermometer anzeige, und welche man in England an ſolchen Tagen wahrnehme, wenn der Wind von Norden komme.

Was die Feſtigkeit des Eiſes betrifft, ſo iſt dieſe außerordentlich beträchtlich. In dem ſehr ſtrengen Winter des Jahrs 1740 erbauete man in Petersburg einen Pallaſt von Eis, der 52½ Fuß lang, 16½ breit, und 20 Fuß hoch war, ohne daß durch die Laſt der obern Theile und des Daches, welches ebenfalls von Eis war, das Unterſte des Gebäudes im geringſten wäre beſchädigt worden. Die Materialien dazu hatte man aus der ganz nahen Newa genommen, worin das Eis 2 bis 3 Fuß dick war. Die Eisblöcke, welche man aus dieſem Fluſſe brachte, wurden erſt mit großem Fleiße zugehauen, und zierlich ausgearbeitet. Dieß kann man aus der Beſchreibung erſehen, welche Kraft davon herausgegeben hat. Vor dem Gebäude ſtanden ſechs Kanonen von Eis, die auf der Drehbank gemacht waren, mit ihren Laffeten und Rädern ebenfalls von Eis, und 2 Mörſer zu Bomben, die nach eben den Proportionen, wie die gegoſſenen, gear-

q) Philoſ. Tranſact. Vol. XLII. num. 465.

gearbeitet waren. Die Kanonen hatten die Größe der Sechspfünder, die gewöhnlich mit 3 Pfund Pulver geladen werden. Man lud ſie aber nur mit $\frac{1}{4}$ Pfund, und brachte eine Kugel von geſtopftem Hanf, bisweilen auch eine eiſerne, hinein. Die Kugel durchborte ein 2 Zoll dickes Bret in der Entfernung von 60 Schritten. Das Eis der Kanonen konnte nach den gewöhnlichen Verhältniſſen nicht viel über 3 bis 4 Zoll dick ſeyn; demungeachtet widerſtand es der Gewalt einer heftigen Explosion.

Ueber die Urſache der Kälte haben einige Phyſiker ganz eigene Meynungen gehabt. Muſſchenbroek r) meint, das Gefrieren rühre gar nicht unmittelbar von der Kälte, ſondern von dem Eindringen einer feinen Materie her, die ſich mit dem kalten Waſſer miſche, eine Gährung oder Aufbrauſen veranlaſſe und die Theile befeſtige. Seine Gründe ſind: das Eis ſey nicht in Ruhe; denn die Blaſen nähmen beym Fortgange des Gefrierens zu, es zerſprenge die Gefäße, dehne ſich aus und dünſte. Es ſchwelle zu ſehr auf, ohne daß doch die Luft in den Blaſen zuſammengedruckt ſey. Mannichmal bleibe das Waſſer flüſſig, wenn gleich die Temperatur unter dem Eispunkte ſtehe, zumal in Gefäßen, wenn nämlich die froſtmachende Materie nicht frey durch die Wände dringen könnte. In Holland friere es nicht beym Nordwinde, der über die kälteſten Gegenden komme, ſondern beym Oſtwinde, der über viel Land gehe, und viel fremde Theile mit ſich führe. Der Froſt ſey mannichmal nur in einem kleinen Bezirk Landes eingeſchränkt, richte ſich auch nicht nach den geographiſchen Breiten. Kranke ahndeten den Froſt vorher

r) Introductio ad philoſ. natur. §. 1504. ſqq.

her wegen der in der Luft befindlichen fremden Theile; gefrornes Waſſer ſey nicht mehr ſo geſchickt zu Bereitung der Speiſen; Scheidewaſſer mache das Waſſer wärmer, das Eis aber kälter; die Dicke des Eiſes richte ſich nicht nach dem Grade der Kälte; Waſſer in eine Miſchung von Salz und Schnee geſetzt, gefriere, indem die Miſchung ſelbſt ſchmelze. — Allein alle dieſe Gründe laſſen ſich ohne Zwang aus der Entziehung der Wärme herleiten.

Winkler[s]) nimmt an, die ſonſt runden Waſſertheilchen würden beym Gefrieren zertheilt und in kleinere Kügelchen oder eckige Körper zertrennt, woraus er vornämlich die Vergrößerung des Volumens beym Eiſe erklären will. In einer neuern Schrift[t]) ſieht er zwar die Feſtigkeit des Eiſes als den natürlichen Zuſtand des vom Feuer verlaſſenen Waſſers an, leitet aber die Vergrößerung des Volumens davon her, daß ſich die Waſſertheile bey der Berührung in hohle elaſtiſche Kügelchen vereinigen.

Hygrometer, Atmometer und Hyetometer.

Bisher hatte man verſchiedene Materien zu hygroſkopiſchen Subſtanzen vorgeſchlagen, ohne jedoch darauf zu denken, ob ſie den wahren Zuſtand der Atmoſphäre in Anſehung der Feuchtigkeit und Trockenheit verhältnißmäßig anzeigten. Selbſt in dieſem Zeitraume hat man hierauf eben keine ſonderliche Aufmerkſamkeit gerichtet, ob man gleich anfieng, dem Hygrometer feſtere und beſtimmtere Punkte zu geben.

Loys

s) De cauſa frigoris et glaciei. Lipſ. 1737. 4.

t) Unde vim elaſticam adipiſcatur aqua rareſcens. Lipſ. 1753. 4.

Loys von Cheſeaux ſchlägt in einem Briefe an Bertrand vom 30ten Jan. 1761 [u]) vor, ein Hygrometer aus Salz mittelſt einer richtigen Wage zu verfertigen. Man ſoll nämlich zwey gleiche Theile Salz nehmen, und den einen, ſo gut immer möglich iſt, austrocknen laſſen. In dieſem ausgetrockneten Zuſtande ſoll ſowohl dieſer als der andere Theil, der in dieſer Zeit an der Luft und im Schatten gelaſſen wurde, gewogen werden. Den erſten trockenen Theil ſoll man mit Waſſer ſättigen, und denſelben mit dem Gewichte des andern und mit einem dritten Theile des in der Luft gelaſſenen, welchen letztern Theil man aber auch zu gleicher Zeit mit Waſſer ſättigen ſoll, vergleichen. Wenn es möglich iſt, ſoll man auch die in derſelben Zeit erfolgte Ausdünſtung einer beſtimmten Oberfläche von Waſſer meſſen, welches zu dieſer Abſicht demjenigen Theile des Salzes zur Seite gelaſſen werden ſoll, welches beſtändig an der freyen Luft geſtanden hat. Vielleicht, ſagt er, findet man durch dieſe Verſuche die zwey äußerſten Beſtimmungspunkte eines vergleichenden Hygrometers, eben ſo, wie das Eis und das ſiedende Waſſer dieſelben an dem Thermometer ausmachen. Auf ſolche Art, meint er, könnte man ein Hygrometer von Salz mit einer richtigen Wage verfertigen, da eine von beyden Schaalen eine geringe Tiefe, aber eine große Oberfläche haben müßte. Es ſey bekannt, was an denjenigen Hygrometern auszuſetzen ſey, die man aus Thierſehnen verfertige; allein dieß ſolle ihn doch nicht abſchrecken, mittelſt Verſuche die Beſtimmungspunkte der Spannung durch die Trockenheit und die Schlaffheit durch Feuch-

tig-

u) Abhandlungen und Beobachtungen durch die ökonomiſche Geſellſchaft zu Bern geſammlet. 3ter Jahrg. 1762. St. 1. S. 203. f.

tigkeit mit Hülfe einer Thierſehne zu ſuchen, deren Größe, Länge und Gewicht ſowohl, als der Stoff und die Art ihrer Verfertigung, beſtimmt wäre.

Loys von Cheſeaux fand hiebey aber eine Schwierigkeit, welche ſich nicht in der Subſtanz des Werkzeuges, ſondern in der Luft ſelbſt befindet. Sie beſteht nämlich darin, daß die Luft mit vielen Waſſertheilchen angefüllt, und gleichwohl ſehr trocken ſeyn kann. Demnach würde es darauf ankommen, eine richtige Methode anzugeben, wie das Salz oder jede andere hygroſkopiſche Subſtanz die Feuchtigkeit der Luft auch ungeachtet ihrer trocknenden Eigenſchaft anzeigen könnte. Zugleich würde es nöthig ſeyn, ein Mittel auszumachen, wodurch man in den Stand geſetzt würde, dieſen Zuſtand der Luft zu erkennen. Hiezu ſchlägt er ein Ausdünſtungsgefäß vor. Denn, ſagt er, der Südweſtwind, welcher uns Regen bringt, iſt viel trockneuder, als gewiſſe Winde, auf welche ſchönes Wetter folgt. Er trocknet das naſſe und feuchte linnene Zeug viel geſchwinder, wenn gleich die Luft mit vielen Waſſertheilchen angefüllt iſt; und ſo muß es nothwendig ſeyn, weil er eben wegen ſeiner trocknenden Kraft die Luft mit allen den Waſſertheilchen belade, von welchen er die irdiſchen Körper befreyt hat.

Ein anderes Hygrometer erfand Ferguſon x). Die hygroſkopiſche Subſtanz iſt ein Bret von Tannenholz, welches durch ſeine Ausdehnung bey feuchter, und durchs Zuſammenziehen bey trockener Witterung ein Gewicht, das um zwey Rollen von verſchiedenen Durchmeſſern geführt iſt, herabſinken und erheben läßt.

Titius

x) Philoſoph. Tranſact. Vol. LIV. und Gentlem. Magaz. 1767. Juny. p. 297.

Titius in Wittenberg bediente ſich bey ſeinen Beobachtungen eines Hygrometers, deſſen Einrichtung er im 3ten Stück des Wittenberg. Wochenblatts v. Jahr 1768. S. 21. f. beſchreibt. Es beſteht aus einer Darmſaite von einer Laute, etwas über 1 Pariſ. Linie dick. Dieſe Saite hat er nämlich beynahe 2 Tage lang in Salmiakgeiſt gelegt, hierauf wieder zuſammengedreht, an einem kleinen Gewichte gerade herunter hängend getrocknet, und hievon ein Stück von 18 Pariſ. Zoll Länge zum Hygrometer gebraucht. Dieſes Stück Darmſaite wird an den Arm eines Geſtelles befeſtigt, hängt von demſelben in einer hölzernen Röhre, den Staub von auſſen abzuhalten, frey herab, hat unten ein eiſernes Gewicht von beynahe 2 Unzen, in welchem ein $4\frac{1}{2}$zolliger Weiſer ſteckt, welcher mittelſt ſeines Umdrehens zugleich das Drehen der Darmſaite anzeigt. An dem Weiſer und der hölzernen Röhre befindet ſich ein Faden, der die Umdrehung der Saite rechts oder links anzeigt; und der Weiſer ſelbſt geht über einem Papier, auf welchem aus einem Punkte lothrecht unter der Darmſaite vier Umläufe der gemeinen, oder archimediſchen Spirale, 4 Linien von einander abſtehend, gezogen ſind. Auf dieſe Umläufe ſind eine Menge Grade, jeder von faſt 4 Par. Linien, von 1 an, ſo viel ihrer die ganze Spirallinie hat faſſen wollen, getragen. Die innere erſte Umwindung fängt ſich da an, wo ihr Halbmeſſer, gerade 4 Pariſ. Zoll lang, genau in den magnetiſchen Meridian fällt; ſie läuft alſo von dem Vorderpunkte zur Rechten viermal herum, und ſo geht auch die Eintheilung umher.

Titius ſagt noch vieles über die Unvollkommenheiten der bisherigen Hygrometer. Da ihm aber mancher-

cherley Einwendungen gegen ſein Hygrometer gemacht wurden, ſo hat er nach der Zeit theils über die Beſtimmung der abſoluten Feuchtigkeit der Luft vermittelſt des Hygrometers, theils über die Auffindung des feſten Punktes der Trockenheit an demſelben einige theoretiſche Gedanken und Vorſchläge geäußert. Der feſte Punkt der Feuchtigkeit, ſagt er, würde vielleicht ſo gefunden, daß man die Darmſaite in den Dunſt des kochenden Waſſers, welcher vermittelſt einer Röhre von gegebener Weite aufgefangen wird, hinein hienge, worin ſie ſich von dem durchſtreichenden Dampfe ſo lange aufwickelte, bis ſie ferner unverändert ſtehen bliebe. Oder man könnte ſie auch in den Dampf der ſogenannten Windkugel bringen. Genug wenn nur eine beſtimmte Menge Dünſte die Darmſaite dergeſtalt angreift, daß ſie nach Annahme des höchſten Grades der Feuchtigkeit ſich nicht weiter aufwickelt und verändert, und daß nur dabey auf die Länge und Dicke, auch auf einerley Art der Darmſaite geſehen werde. Indeſſen, fährt er fort, wird alle Vorſicht und die ſchärfſte Bemühung zur Berichtigung dieſes Inſtruments nicht den gewünſchten Endzweck erreichen, ſo lange noch die Darmſaite, als die Hauptſubſtanz, beybehalten wird. Als daher der Göttingiſche Recenſent bey Gelegenheit meiner hygrometriſchen Obſervationen einwandte, die Unzuverläſſigkeit der Darmſaite ſtehe noch immer der zu hoffenden Richtigkeit im Wege, ſo konnte ich nichts weiter antworten, als dieſes: die Darmſaite ſey zur Zeit noch die ſchicklichſte Materie, woraus ein Hygrometer verfertigt werden könne. Aber die Einwendung bleibt allemal richtig, die Darmſaite wird ſchwerlich zur Angebung ein Paar feſter und allgemeiner Punkte zu gebrauchen ſeyn. So viel Darmſaiten, ſo viel ver-

änderliche Geſchicklichkeit in Annehmung der Feuchtigkeit. Es kommen hier in Betrachtung: das Alter und Beſchaffenheit des Thiers, die Fettigkeit des Darms, das Gedärme ſelbſt, und die Art, wie die Saite verfertigt wird. Denn ich pflege, fährt er weiter fort, nicht eben darum die Saite in Salmiakgeiſt zu tränken, um ſie beweglicher zu machen, ſondern um ſie von der thieriſchen Fettigkeit, ſo viel möglich, zu befreyen. Indeſſen habe ich lange auf eine Materie gedacht, woraus das Hygrometer könnte verfertigt werden; und da bin ich endlich auf den Gedanken gekommen, man ſollte ſtatt der Darmſaite eine aus dem allerfeinſten Silberdrathe, deſſen ſich die Gold- und Silberſpinner zu ihren Arbeiten bedienen, gewundene Schnur erwählen. Es verſteht ſich, daß dieſer feinſte Silberdrath noch nicht müſſe geplattet ſeyn, und daß man verſuchen müſſe, wie viele Fäden deſſelben dieſe metalliſche Schnur bekommen müſſe, um unter gehöriger Dicke ſchickliche Wendungen zu machen. Denn ich ſtelle mir vor, die Feuchtigkeit werde auf eine ſolche Schnur ganz ähnliche, wenn gleich viel geringere Wirkungen, als auf die Darmſaiten und Hanffäden machen. Als ich dieſen Gedanken einem gelehrten und ſehr einſichtsvollen Freunde, Mitgliede der ſchleſiſchen ökonomiſchen Geſellſchaft in Breslau, mittheilte, erwiederte derſelbe, es ſchiene ihm, als ob bey der Wahl eines ſolchen Haarſilberdraths der Hauptumſtand nicht ſtatt fände, auf welchem doch Veränderungen der Hygrometer aus Saiten, Fäden, Papier, Schwamm u. d. gl. beruhen, nämlich die Zuſammenſetzung der feinſten Fäſerchen und die damit verbundene Lage der engſten Haarröhrchen, in welche die feuchten Dünſte ſteigen und ſie ausfüllen. Allein dagegen erinnere ich, ſagt er ferner, die Feuchtig-

tigkeit wirkt nicht dadurch auf unſere Hygrometer, daß ſie ſich in die eigentlichen Fäſerchen der Saite oder der Hanffäden, ſondern vielmehr in die durch die Zuſammendrehung der Fäſerchen entſtehenden Haarröhrchen und Canäle ſetzt, und dadurch die ſolchergeſtalt in den Darmſaiten gewundenen Faſern aus einander und zum Aufwickeln bringt. Man kann nicht ſetzen, daß die Dünſte in die Hölungen der Fibern einer Saite eindringen; denn das müßte durch die Enden einer Saite geſchehen, und die ſind gemeiniglich zugemacht oder doch auf andere Art verwahrt. Zu geſchweigen, daß auch die Faſern insgeſammt ſehr eingetrocknet ſind. Daher kann auch die Feuchtigkeit nicht ſowohl durch die Wände oder Seitenflächen in die Darmſaite eindringen. Das Auf- und Zudrehen entſteht alſo daher, daß die unmerklichen Dämpfe in den Haarröhrchen ſich zwiſchen die Fäden der Saite ſetzen. Und eben dieß kann auch in den aus dem feinſten Silberdrathe gewundenen Schnüren oder Strängen geſchehen. Denn hier entſtehen eben ſolche Haarröhren, als in den Darmſaiten und Hanffäden. Wenigſtens iſt dieß ein Vorſchlag, den man weiter unterſuchen, verändern und verbeſſern ſollte.

Von den zweyen feſten Punkten eines Hygrometers, bemerkt er weiter, habe ich auch ſchon bereits ſeit vielen Jahren geſchrieben; und halte es für eine geringe Erfindung, wenn jemand hierin etwas ſicheres zuwege gebracht hat, woraus er eben kein Geheimniß zu machen Urſache hätte. Der berühmte Hr. Brander zu Augſpurg hat, um den feſten Punkt der Trockenheit zu finden, eine Art von Trockenheitskaſten erſunden, und bedient ſich auch dazu des Weinſteinſalzes, welches letztere mir bloß zur Reinigung

der Darmſaite beyzutragen ſcheint. Ich halte dafür, die Natur müſſe hier eine Methode angeben, wie eine dazu präparirte Darmſaite auf einen beſtimmten Grad der Trockenheit zu bringen ſey. Der berühmte Herr Prof. Lambert hat ſich hierüber wohl die meiſte Mühe gegeben. Er hat aus dem hieſigen Tageregiſter der hygrometriſchen Obſervationen die Morgen-Obſervationen für jeden Monat genommen, daraus das Mittel gezogen, und ſolches mit dem Mittel von den gleichzeitigen Beobachtungen ſeiner und der Saganſchen Hygrometer verglichen, und ſolchergeſtalt die Wittenbergiſche Skale auf die ſeinige zu reduciren geſucht. Daraus hat ſich ergeben, daß das Null an ſeinem Hygrometer mit dem 150ſten Grad des Wittenbergiſchen, nämlich unter Null, und der 360ſte Grad an ſeinem Hygrometer mit dem 788ſten des hieſigen ſo ziemlich übereintrifft; ſo daß das Wittenbergiſche 150 + 788 = 938 Grad durchläuft, wenn das ſeinige 360 Grad zurücklegt, und daß demnach 13 Wittenbergiſche Grad mit 5 der ſeinigen übereinkommen. Er hat durch dieſe Vergleichung für den Winter von 1771—1772 gefunden, daß das hieſige Hygrometer durch das ganze Jahr mit dem ſeinigen zu Berlin und zu Sagan einen ganz ähnlichen Gang gehabt hat, beſonders mit dem Berlin'ſchen faſt Tag für Tag. Dieß iſt nun allerdings eine ganz neue Frucht der hygrometriſchen Beobachtungen, und zeigt ganz deutlich an, wie Lambert auch behauptet, daß die Feuchtigkeit der Luft ſich an entfernten Orten zugleich ändert: eine allerdings wichtige und in die ganze Landwirthſchaft höchſt einfließende Entdeckung, wodurch auch ſelbſt das Hygrometer in große Achtung kommen kann. Ferner hat Lambert wahrgenommen, daß die Größe und Geſchwindigkeit der Veränderungen bey den Darmſai-

ten

ten im geraden Verhältniſſe ihrer Länge und im umgekehrten Verhältniſſe ihrer Dicke ſtehen.

Lambert [y]) wendete nebſt dem Mechanikus Brander zu Augſpurg großen Fleiß auf die Verbeſſerung der Hygrometer. Insbeſondere ſuchte er ein ſchon von Sturm angegebenes Hygrometer mit einer kurzen lothrecht ſtehenden Darmſaite dahin zu verbeſſern, daß der Zeiger deſſelben zugleich angeben ſollte, um wie viel ſich die in einem Cubikfuß Luft enthaltene Menge feuchter Dünſte geändert habe.

Das Lambert'ſche Hygrometer hatte folgende Einrichtung: auf 3 von Eiſendrath gemachten Füßen ruht ein Zirkel von Pappe, in deſſen Mitte die Darmſaite mit Siegellack befeſtigt iſt. Um dieſe Saite geht ein Eiſendrath, der wie eine Schraube gedreht iſt, und einen Zirkel von Kartenpapier trägt, welcher in Stunden und Minuten oder Grade getheilt iſt und in der Mitte ein Loch hat, durch welches die Saite hindurchgeht, und einen Zeiger von Holz trägt. Der ſchraubenförmige Drath dient dazu, daß die freye Luft zu der Saite kommen, und ſie zugleich in einer geraden und vertikalen Richtung erhalten könne.

Lambert gebrauchte drey Hygrometer, welche auf die jetzt beſchriebene Art verfertigt waren, und drey andere, bey welchen die Saite durch ein viereckſtes Käſtchen, welches unten offen iſt, durchgeht, ſo daß es ſcheint, als ob ſie die Axe eines Uhrzeigers wäre. Bey dieſen drey letztern war der Zirkel ebenfalls in Stunden eingetheilt, wie bey den Uhren, und

y) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Berlin. 1769. p. 68. ſqq. an. 1772. p. 65. u. f.

und die Stunden waren wieder von 5 zu 5 Minuten getheilt.

Die Art und Weiſe, wie die Saiten gedreht waren, verurſachte, daß bey trockener Witterung die Nadel ſich nach der gewöhnlichen Ordnung der Stunde herumdreht, bey feuchter Witterung hingegen zurückgeht.

Die drey erſten Hygrometer waren in Grade eingetheilt, aber in umgekehrter Stellung, ſo daß ſie durch die aufſteigende Zahl die Grade der Feuchtigkeit oder das Zunehmen derſelben anzeigten. Die Darmſaiten waren von verſchiedener Dicke.

Um die Diameter der Saiten zu erforſchen, verfuhr Lambert auf dreyerley Weiſe. Zuerſt ſchnitt er von der dünnen Saite ein Stück ab, in der Länge von 3 Fuß oder 36 Zoll Par. Maaß, und fand das Gewicht davon $9\frac{1}{2}$ Gran berl. Gewicht. Hierauf ſchnitt er auch ein 18 Zoll langes Stück von der dicken Saite ab, welches 12 Gran wog; die Länge von 36 Zoll würde daher 24 Gran gewogen haben. Wenn man nun vorausſetzt, daß das ſpecifiſche Gewicht der beyden Saiten gleich ſey, ſo folgt, daß ſich die Quadrate der Diameter verhalten, wie 2:5, folglich die Diameter ſelbſt, wie 11:7 oder genauer wie 19:12. Hierauf maß Lambert ſie mit einem Vergrößerungsglaſe und einer gläſernen Skale, ſo wie ſie Brander verfertigte. Auf dieſer Skale war die Linie eines Pariſer Fußes mit einer außerordentlichen Feinheit und Richtigkeit in 10 Theile getheilt. Vermittelſt derſelben fand er den Diameter der dicken Saite genau $\frac{6}{10}$ und den Diameter der dünnen $\frac{38}{100}$ Linie; das Verhältniß war alſo $= 30:19 = 19:12\frac{1}{30}$. Endlich nahm er ein Haar, welches in der Dicke

Dicke kaum $\frac{1}{30}$ einer Linie hatte, aber $13\frac{1}{2}$ Zoll lang war, und bemerkte, daß dieſes Haar, das er um die dicke Saite herumgewickelt hatte, die Länge von 85 Umgängen hatte, nachdem er ſolches aber um die dünne Saite gewickelt, die Länge von 135 Umgängen ausmachte. Dieſes Verhältniß iſt $27 : 17 = 19 : 11\frac{26}{27}$, und folglich von dem erſten ſehr wenig verſchieden, welches ſogar das Mittel zwiſchen den beyden letztern Maaßen iſt. Man kann alſo das Verhältniß der Diameter wie 19 : 12 annehmen. Das letztere Maaß giebt den Diameter der dicken Saite an = 0,607 Linie und den Diameter der dünnen = 0,383, welches nur um $\frac{1}{90}$ und um $\frac{1}{124}$ von dem Maaße abweicht, das vermittelſt der Skale und des Vergrößerungsglaſes genommen worden war, ſo daß die dicke Saite betrachtet werden kann, als ob ihr Diameter $\frac{6}{10}$, und die dünne, als ob derſelbe $\frac{38}{100}$ einer Linie wäre.

Uebrigens waren die Längen der Saiten folgende:

Hygrometer	Länge	Saite
A - - -	12 Lin.	dünne
B - - -	14 —	dicke
C - - -	23 —	dicke
D - - -	18 —	dünne
E - - -	18 —	dicke
F - - -	$33\frac{1}{2}$ —	dünne

Zur Prüfung und zur Vervollkommnung ſeiner Hygrometer ſtellte Lambert viele Verſuche an. Vor allen Dingen war zu unterſuchen, ob ſolche Hygrometer, deren Saiten eine verſchiedene Länge und Dicke beſitzen, einen gleichförmigen und mit der Theorie übereinſtimmenden Gang haben. Daher wurden die drey

Hygrometer A, B, C an eine Mauer neben einander zwiſchen zwey Fenſtern, die gegen Mittag lagen, aufgehängt, ſo daß die Sonne nie darauf ſcheinen, und auch der Wind ſie niemals treffen konnte. Das Zimmer blieb ungeheizt und unbewohnt, nur von Zeit zu Zeit kam Lambert ſelbſt hinein, um die Beobachtungen anzuſtellen, hielt ſich jedoch nie lange darin auf. So ſtellte er vom 22ten Octob. bis zum 7ten Nov. 1768 Beobachtungen an. Lambert hat eine krumme Linie verzeichnet, und darauf den Gang der drey Hygrometer während dieſer Zeit getragen. Die Tage ſind auf der Linie der Abſciſſen angemerkt, und die Ordinaten zeigen die Winkel von 30 zu 30 Grad an. Aus dieſen krummen Linien ſieht man ſehr leicht, daß ſie eine Art von Parallelismus beobachten, da ſie ſich zu gleicher Zeit, und auf eine ſehr ähnliche Weiſe der Linie der Abſciſſen nähern und von derſelben entfernen.

Lambert wählte dieſe Jahrszeit zu ſeinen Beobachtungen deßwegen, weil bey Annäherung des Winters die Veränderungen der Feuchtigkeit ſehr beträchtlich und merklich ſind. Am 28ten Octob. und 4ten Novemb. öfnete er das Fenſter, um der feuchten äußern Luſt einen freyen Zugang zu laſſen, die auch ſehr merklich war. Beſonders war dieß am 4ten Novemb. der Fall. Zwey Tage hernach wurde alles wieder ganz trocken, und die Hygrometer giengen beynahe zuſehends fort bis zu den äußerſten Grad der Trockenheit, da es ſehr heiteres Wetter war. Die Veränderung an den Hygrometern ſelbſt war in Graden ausgedruckt:

A,

A, B, C

$167\frac{1}{2}$, 126, $192\frac{1}{2}$

die Länge der Saiten durch ihre Diameter dividirt geben die Zahlen

1,00, 0,74, 1,21,

welche wenigſtens ohngefähr in dem Verhältniſſe mit den beobachteten Veränderungen ſtehen ſollen. Nun hat man

$167\frac{1}{2} : 100 = 126 : 75\frac{1}{4}$

welches ziemlich genau mit 0,74 übereinſtimmt. Ferner iſt

$167\frac{1}{2} : 100 = 192\frac{1}{2} : 115$

welches von 121 noch mehr abweicht. Allein dieſe Verſchiedenheit konnte von mancherley Umſtänden herrühren, die Lambert nicht genau genug bemerken konnte. Inzwiſchen beſtätigen dieſe Beobachtungen hinreichend, daß die Dicke der Saiten ſie in der That weniger empfindlich mache.

Lambert mußte aber mit ſeinen Hygrometern noch andere Unterſuchungen anſtellen, um die Geſetze ihrer Veränderungen kennen zu lernen. Es iſt klar, daß es hier auf eine vollkommene Trockenheit und auf eine vollkommene Feuchtigkeit, oder ſolche, die doch wenigſtens leicht zu erkennen wären, ankam. In Anſehung der vollkommenen Trockenheit iſt es wohl nicht zu bezweifeln, daß ſolche unter der Glocke einer Luftpumpe gefunden werde, wenn man unter derſelben die Luft zu verſchiedenen malen hinwegnimmt. Es war aber die Frage, wenn man das Hygrometer vorſetzlich feucht gemacht habe, und nachher unter die Glocke der Luftpumpe ſetze, ob die Ausleerung der Luft an ſelbigem eine merkliche Wirkung hervorbringen würde? Allein nach den Verſuchen, welche Gerhard auf Lambert's Anſuchen damit gemacht hat, zeigte

das Hygrometer, auch einige Tage hindurch, gar keine Veränderung, ſo daß alſo hierdurch nichts zu erhalten war. Lambert nahm daher ein beynahe ganz cylindriſches Glas, deſſen Höhe 38, Diameter des Bodens 26, Diameter der Mündung 32, und Volumen 14½ Zoll war. In dieſes Glas goß er Waſſer, damit es ohngefähr einen halben Zoll hoch ſtand, und ſtellte das Hygrometer D hinein. Hierauf bedeckte er das Glas mit einem Planglaſe von demſelben Durchmeſſer, und verklebte es rings herum mit weichem Wachſe, damit die äußere Luft nicht eindringen möchte. Er verfuhr hiemit deßwegen ſo, weil er aus andern Beobachtungen wußte, daß das Waſſer beſtändig auszudünſten fortfährt, wenn es ſich auch in einer wohl verſtopften Flaſche befindet.

Der Erfolg ſtimmte auch mit ſeiner Erwartung vollkommen überein; es fieng nämlich das Hygrometer an, ſich ganz merklich auf die Grade der Feuchtigkeit hinzudrehen, welches auch ſchon vom erſten Augenblick an geſchah. Hieraus ließ ſich demnach ſchließen, daß die Luft in dem Glaſe von dem erſten Augenblick an ſchon mit Dünſten angefüllt worden ſey. Dieſen Verſuch ſtellte Lambert im Jahr 1768 am 7ten Novemb., bald, nachdem der Ofen im Zimmer geheizt worden war, an. Das Thermometer veränderte ſich bis Nachmittag von 11 bis zu 14 Grad über tempere. Die Beobachtungen aber ergaben, daß die Bewegung des Hygrometers nach und nach langſamer wurde. Denn in 1440 Minuten oder in 24 Stunden kam es kaum doppelt ſo weit fort, als es in 212 Minuten oder in 3½ Stunden gekommen war. Er wiederholte dieſen Verſuch mit demſelben Glaſe und dem nämlichen Hygrometer am 10ten und 13ten Novem-

vember, und darauf ſtellte er ihn auch mit dem Hygrometer E an, um die Geſchwindigkeit ihres Ganges zu vergleichen. Die Beobachtungen, welche er mit dem Hygrometer D machte, zeigten, daß der Gang deſſelben hier ungefähr um $\frac{1}{13}$ oder $\frac{1}{14}$ langſamer geweſen war. Lambert ſchreibt dieſes der Wärme zu, welche vielleicht hier ein wenig größer war, indem er ſchon vorher bey andern Verſuchen wahrgenommen hatte, daß die Wärme die Befeuchtung des Hygrometers vermindere. Der Gang des Hygrometers E war noch langſamer, als der des vorigen. Lambert wiederholte am 8ten November dieſen Verſuch, und fieng Nachmittags um 3 Uhr 47 Minuten an, da dieſes Hygrometer auf 36 Grad ſtand. Da das Zimmer nur des Morgens geheizt und Nachmittags wieder kalt geworden war, ſo ward der Gang des Hygrometers anfänglich beſchleunigt. Als aber dieſe Beobachtung bis den andern Tag fortdauerte, ſo fand er, daß das Heizen des Zimmers den Gang deſſelben wieder langſamer machte.

Lambert hatte dieſe Verſuche gemacht, um beobachten zu können, wie ſich das Hygrometer in einer Luft verhalte, die ſo ſtark als möglich mit Dünſten angefüllt war, und ſie mußte auch wohl Dünſte genug enthalten, weil ſich ſolche an das Glas zu hängen anfiengen. Daher wollte er noch ſehen, ob eben daſſelbe Hygrometer in einer Zeit, z. B. 24 Stunden, eine gleiche Anzahl von Graden durchlaufen würde. Dieſe Beobachtungen zeigen, daß dieſes beynahe bis auf $\frac{1}{15}$ Theile zutreffe.

Nun wollte Lambert noch ſehen, wie weit ſich das Hygrometer herumdrehen würde, wenn er es etliche Tage hinter einander in dem Glaſe ſtehen ließ.

Er

Er that dieſes am 19ten Jan. 1769 mit eben demſelben Hygrometer D, das damals auf 310 Grad ſtand, ſo daß folglich die Luft in dem Zimmer noch trockener war, als bey den obigen Verſuchen. Der Anfang dieſer Beobachtung war des Morgens um 9 Uhr 16 Minuten. Bey dieſem Verſuche gieng das Hygrometer in 24 Stunden ohngefähr 500 Grade herum. Und da am folgenden Tage die Feuchtigkeit weniger Macht auf ſelbiges hatte, ſo wurde die Veränderung der Wärme noch merklicher dabey. Denn von 9 oder 10 Uhr an bis gegen Mittag veränderte ſich das Hygrometer nicht mehr, oder gieng wohl gar zurück. Der Gang am andern Tage war nur ohngefähr 200 Grade, und am dritten Tage nur 45, welches auch die folgenden Tage geſchah.

Am 24ten Jan. früh um 8½ Uhr öfnete er das Glas, um das Hygrometer wieder in die freye Luft zu ſetzen; die Saite war ſo feucht, daß ſie beynahe alle ihre Elaſticität verloren hatte.

Lambert wollte aber noch eine Veränderung mit dem Glaſe vornehmen; daher goß er am 25ten Jan. 1769 ein wenig Waſſer in ein Glas, ſetzte in daſſelbe das Hygrometer D, und verklebte die Oeffnung des Glaſes mit einem Deckel. Früh um 9 Uhr 33 Minut. fieng er an, den Gang des Hygrometers zu beobachten, der damals auf dem 194ſten Grad ſtand, und folglich eine große Trockenheit anzeigte.

Als Lambert am 9ten Nov. 1768 das Hygrometer an die freye Luft brachte, um ſeine Saite trocknen zu laſſen, oder um ſie wieder in Freyheit zu ſetzen, damit ſie ſich in ihren natürlichen oder den der freyen Luft gemäßen Zuſtand begeben könnte, ſo ſtand die Nadel um 12 Uhr 34 Minuten Nachmitt.

auf

auf den 172ten Grad, und gieng zurück, bis ohngefähr auf fünf Grad, in ſeinen vorigen Zuſtand, in welchem es am 8ten Nov. geweſen war, ehe Lambert es in das Glas geſetzt hatte. Da er aber das Hygrometer vom 10ten November bis zum 13ten in dem Glaſe gelaſſen hatte, ſo ſahe er, daß es von dem 41ſten Grad an bis zum 29ſten zwey völlige Umgänge gemacht hatte. Er ſetzte es daher um 8 Uhr 15 Minut. an die Luft, um ſeinen Gang, den es rückwärts machte, zu beobachten. Dieſe Beobachtungen ergaben, daß hier der Gang im Anfange viel langſamer war, als beym vorhergehenden Verſuche, und daß er nach 47 Minuten ſchneller zu werden anfieng. Es ſchien daher, als ob die Saite erſt bis auf einen gewiſſen Grad trocken werden müßte, ehe ſie den Grad der Elaſticität erhalten könne, der erfordert wird, wenn ſie ſich ſehr geſchwind drehen ſoll. Und da hernach, ſo wie ſie immer trockner wird, ihre Bewegung langſamer wird, ſo erhellt, daß mehr Kraft dazu gehöre, wenn ſie ſich noch mehr drehen ſoll, weil ſie ſich, je trockener ſie wird, wieder in den Zuſtand verſetzt, in welchen ſie der Saitenmacher bey ihrem Drehen gebracht hatte.

Eben dieſes beobachtete er noch einmal am 24ſten Jan. 1769, nachdem er das Hygrometer aus dem Glaſe genommen hatte, in welchem es 5 Tage lang geweſen war. Der Anfang der Beobachtung geſchah um $8\frac{1}{2}$ Uhr, und die Nadel ſtand auf 140 Grad, nachdem ſie ungefähr $2\frac{1}{3}$ Umgänge im Glaſe gemacht hatte. Die Nadel gieng nunmehr wieder rückwärts, und da bey dieſem Verſuche die Saite noch mehr Feuchtigkeit eingeſogen hatte, ſo war anfänglich auch der Gang derſelben langſamer, ob ſie gleich in einer

wohl

wohl um 100 Grad trockenern Luft abtrocknete. Allein hernach verdoppelte ſie auch ihre Geſchwindigkeit, und Lambert ſah mit Verwunderung, daß ſie um 474 Grade fortgeruckt war, und ſich völlig in den Zuſtand geſeẓt hatte, der mit dem Grade der Trockenheit der Luft übereinſtimmte.

Aus dieſen Beobachtungen machte Lambert den Schluß, daß, wenn die Feuchtigkeit der Luft ſich ſchnell und ſtark verändert, die Hygrometer dieſe Veränderung durch eine ſehr bemerkbare Bewegung anzeigen, daß aber dieſe Bewegung langſamer und unmerklicher werde, wenn die Feuchtigkeit ſich nur um einige Grade verändert. Es kann daher geſchehen, daß, wenn die Veränderungen der Luft ſchnell und häufig ſind, das Hygrometer die neuere Veränderung anzeigt, ehe es ſich völlig nach der vorher gegangenen gerichtet hat.

Bey den Beobachtungen des Hygrometers in dem Glaſe war es nicht möglich, die Feuchtigkeit mit in Anſchlag zu bringen, die durch die Ausdünſtung des Waſſers, welches den Boden des Glaſes bedeckte, verurſacht worden war, und es iſt begreiflich, daß man dieſe Oberfläche vermindern mußte, um die Ausdünſtung derſelben kleiner und geringer zu machen. Dieß verrichtete er auf folgende Art:

Er nahm am 15ten Nov. 1768 ein Thermometerglas, deſſen Kugel $10\frac{1}{3}$ Linien hatte; die Länge der Röhre war 4 Zoll und $7\frac{1}{2}$ Linien, ihr inwendiger Diameter aber hatte $1\frac{1}{2}$ Linie. Er füllte ſie mit Waſſer an, bis zu der Oeffnung der Röhre, und ſeẓte ſie in das Glas, nachdem er die Röhre in Linien getheilt hatte, um durch das Glas ſehen zu können, wie weit die Oberfläche des Waſſers herabſinken würde.

Auch

Auch ſtellte er noch in das Glas das Hygrometer F, bedeckte es mit einem runden Planglaſe von demſelben Durchmeſſer, und verklebte die Fugen mit weich gemachtem Wachſe, damit die Luft in dem Glaſe mit der äußern Luft keine Gemeinſchaft hätte. Hierauf beobachtete er ſowohl die Senkung der Oberfläche des Waſſers in der Röhre, als den Gang des Hygrometers. Und weil das Waſſer in der Röhre um etwas weniges höher ſteigen oder tiefer ſtehen konnte, wegen der Veränderungen der Wärme, ſo bemerkte er die Höhe des Morgens, ehe das Zimmer geheizt wurde, weil alsdenn das Thermometer in demſelben zwiſchen 9 und 10 Grad ſtand. Aus dieſem Verſuche lernte Lambert, daß er in das Glas eine Röhre von einem größern Durchmeſſer ſetzen könnte, und er that dieß auch am 13ten Dec. um 1 Uhr 5 Minut. Nachmittags. Dieſe Zwiſchenzeit hatte er nöthig, um das Hygrometer wieder in die Luft zu ſetzen, damit die Nadel wieder auf den Grad zurückkommen möchte, der mit der Feuchtigkeit der äußern Luft übereinſtimmte. Er füllte daher eine Phiole, die einem Thermometerglaſe vollkommen ähnlich war, mit Waſſer an. Der Diameter der Kugel war $14\frac{1}{2}$, der innere Diameter des Cylinders oder der Röhre gerade 3 Linien, und die Länge der Röhre hielt $37\frac{1}{2}$ Linien. Die Röhre war bis oben angefüllt, und eine Skale, in Linien abgetheilt, wurde darauf geklebt. Hierauf ſetzte er dieſe Phiole und das Hygrometer in daſſelbe Glas, bedeckte es, und verſtopfte die Fugen wohl mit Wachs.

Alle dieſe Beobachtungen ſetzten Lambert'en in den Stand, den Grad der Feuchtigkeit zu ſchätzen, welchen die Luft in dem Glaſe bey jeder Ausdünſtung mehr

mehr hatte. Denn das Volumen der im Glaſe enthaltenen Luft iſt gegeben = 39 Cubikzoll. Da nun der innere Diameter der Röhre genau 3 Linien hatte, ſo darf man nur ausrechnen, wie viel Cubiklinien ein Cylinder enthalte, deſſen Durchmeſſer 3 Linien und deſſen Höhe 1 Linie ausmacht. Dieß giebt $7\frac{2}{29}$ Linien. Man kann aber, ohne einen beträchtlichen Irrthum zu begehen, die gerade Zahl von 7 Linien annehmen. Setzt man alſo, da die Röhre, die Kugel und das Hygrometer Einen Cubikfuß Raum einnahmen, das Volumen der im Glaſe eingeſchloſſenen Luft = 38 Zoll, und dividirt dieſe Zahl mit 7, ſo erhält man $5\frac{3}{7}$ Zoll = 9380 Cubiklinien, ſo daß alſo das Volumen der Luft 9380 mal größer iſt, als der Cylinder, deſſen Durchmeſſer 3 Linien hat, und der 1 Linie hoch iſt. Da aber das Waſſer 840 mal ſchwerer iſt, als die Luft, ſo iſt offenbar, wenn man das Gewicht vergleichen will, daß man die Zahl 9380 durch 840 dividiren müſſe, wodurch man $\frac{67}{8}$ erhält; folglich vermehrte eine jede Linie Waſſer, welche bey dem zweyten Verſuch ausdünſtete, das ſpecifiſche Gewicht der Luft um $\frac{6}{67}$. Oder wenn man auch das Gewicht der Luft vor der Ausdünſtung gleich 67 annimmt, ſo wurde es bey einer jeden Linie Waſſers, welches aus der Röhre ausdunſtete, um 6 vermehrt. Da nun ein Cubikfuß Luft ohngefähr $\frac{1}{12}$ Pfund oder 640 Grän ſchwer iſt, ſo muß man $57\frac{1}{3}$ oder überhaupt 57 Gran Vermehrung rechnen für eine jede Linie Waſſers, die aus der Röhre ausdunſtete.

Die 6 Linien Waſſer, welche in dem letzten Verſuche ausdunſteten, trieben die Nadel des Hygrometers F 610 Grad herum; hieraus folgte, daß das

Hygro-

Hygrometer A nur 220 Grad gemacht hatte. Denn wenn die Saiten von einerley Dicke ſind, ſo erfolgen ihre Bewegungen nach dem Verhältniſſe ihrer Längen. Nun iſt aber

$$33\tfrac{1}{2} : 12 = 610 : 219,$$

oder die gerade Zahl 220 Grad. Dieſe Veränderung des Hygrometers A iſt in der freyen Luft leicht möglich; hieraus folgt alſo, daß die Feuchtigkeit der Atmoſphäre eben ſo veränderlich ſeyn kann, als die Feuchtigkeit der eingeſperrten Luft in dem Glaſe. Ein Cubikfuß dieſer Luft wird bey jeder Linie Ausdünſtung 57 Gran ſchwerer. Addirt man nun dieſe zu 640 Gran, ſo erhält man für einen Cubikfuß ſehr feuchter Luft das Gewicht von 697 Gran.

Um ſich davon zu überzeugen nahm Lambert einen kleinen Schwamm, der nur 38 Gran Berliner Gewicht wog. Er tauchte denſelben ins Waſſer, und nachdem er hierauf das Waſſer wieder ausgedruckt hatte, fand er ihn 93 Gran ſchwerer, ſo daß er alſo 55 Gran Feuchtigkeit mehr hatte, als da er trocken war. Dieß geſchah am 19ten Octob. 1768 um 3½ Uhr Nachmitt. Er hängte ihn an eine Wage, damit er die allmählige Verminderung dieſer 55 Gran Waſſer meſſen könnte, und fand, daß derſelbe nach einer Zeit von 16 Stunden noch 9 Gran Feuchtigkeit hatte.

Am 20ten Octob. 1768 um 7 Uhr des Morgens nahm Lambert einen andern Schwamm, welcher trocken 51 Gran, und nachdem er ihn angefeuchtet hatte, 138 Gran wog, ſo daß ſich 87 Gran Waſſer darin befanden. Als er ihn trocknete, verlor er dieſe 87 Gran; hiezu wurde aber eine Zeit von 2 Ta-

gen erfordert, bis dieſer Schwamm alle Feuchtigkeit verlor, die er an ſich gezogen hatte.

Am 22ten Octob. 1768 um 8 Uhr des Morgens band er dieſe zwey Schwämme zuſammen, welche 138 Gran Waſſer einſogen. Binnen einer Zeit von 4 Tagen war dieſer Schwamm noch nicht völlig trocken.

Das Trocknen muß bey der äußern Oberfläche anfangen, und die äußerſten Theile des Schwamms werden daher ſchon trocken ſeyn, wenn die innern Theile noch ſehr feucht und naß ſind. Nimmt man anſtatt des feuchten Schwammes eine Waſſerkugel an, welche der freyen Luft ausgeſetzt iſt; ſo muß, nach dem Geſetze der Oberflächen, der Diameter abnehmen in einem einfachen und geraden Verhältniſſe der Zeit. Denn die Schwere der Kugel verhält ſich wie der Würfel des Durchmeſſers; folglich vermindert ſich die Schwere in einem kubiſchen Verhältniſſe mit der Zeit, welche die Luft noch nöthig hat, um die Ausdünſtung zu vollenden.

Wenn daher die Austrocknung des Schwammes dieſer Regel folgte, ſo würde die Cubikwurzel der Feuchtigkeit in dem einfachen Verhältniſſe der Zeit abnehmen. Da aber der Zugang der Luft zu den innern Theilen des Schwammes nicht ſo frey iſt; ſo muß auch der Schwamm etwas langſamer trocknen, welches auch die Verſuche zeigten.

Nachdem Lambert durch viele Beobachtungen, welche er einige Jahre hindurch anſtellte, ſich überzeugt hatte, wie lang man die Darmſaiten nehmen müſſe, damit ſie von der größten Feuchtigkeit bis zu der größten Trockenheit der Luft nur Einen Umlauf

machten, ſo fieng er im Jahr 1771 an, drey übereinſtimmende Hygrometer von der Saite zu verfertigen, welche oben die dünne Saite genannt wurde, und welche 0,38 Linien im Durchmeſſer hatte. Der Kürze wegen ſollen ſie durch G, H, I ausgedruckt werden. Dieſe ließ er einige Monate lang neben einander ſtehen und bemerkte, daß ſie beſtändig einerley Gang behielten.

Im März 1771 ſchickte er das Hygrometer G dem Prälaten von Felbinger, welcher ſchon ein Hygrometer vom Herrn Titius zu Wittenberg erhalten hatte, deſſen Saite von dem feuchteſten bis zum trockenſten Punkte vier Umläufe oder Umgänge machen ſollte. Er ſtellte daher ſogleich eine Vergleichung ſeines Ganges mit dem Gange des Lambert'ſchen an. Beyde Hygrometer ſtimmten auch wirklich mit einander überein. Das Hygrometer von Titius hatte eine Spirallinie, deren vier Umgänge in 360 Grade getheilt waren. Damit man ſich aber in den Umgängen nicht irren möchte, ſo hatte Titius an den beyden Enden einen Faden angebunden, der ſich von der Saite abwickelte, wenn die Nadel ſich vorwärts drehete. Weil aber Lambert's Hygrometer nur einen einzigen Umgang machte, ſo hat es auch nur Einen Zirkel, welcher in 360 Grad eingetheilt iſt. Bey beyden Hygrometern bezeichnet die 0 der Eintheilung die größte Feuchtigkeit, der 180ſte Grad zeigt die mittlere Feuchtigkeit an, und die größte Trockenheit der Luft geht bis zum 360ſten Grad. Dieſe beyden Hygrometer ſtimmten ganz gut mit einander überein, bis ohngefähr auf einige Grade, um welche bald das eine bald das andere vorwärts war.

Am 20ten Novemb. 1771 ſtellte Lambert mit von Felbinger vergleichende Beobachtungen an. Er ſtellte das Hygrometer I in ein Zimmer, welches er nicht heizen ließ; das andere H aber ließ er in dem Zimmer, wo er ſich beſtändig aufhielt, und welches alle Morgen geheizt wurde. Die erſten Beobachtungen zeigten ſogleich, daß die Veränderungen der Feuchtigkeit in Sagan und Berlin ſehr gleichförmig waren. Er ſuchte hauptſächlich diejenigen Grade mit einander zu vergleichen, welche des Morgens beobachtet wurden, weil dieſe gleichſam das Reſultat der täglichen Veränderungen ſind, die beſonders durch die Wirkung der Sonne bey ſchönem Wetter und durch die des Nachts aufſteigenden Dünſte verurſacht werden. Lambert theilt über dieſe Beobachtungen drey Tabellen mit, wovon die eine die Grade des Hygrometers I enthält, welches er in das ungeheizte Zimmer geſtellt hatte. Die zweyte zeigt die Grade des Hygrometers H an, das er in das warme Zimmer, worin er ſich beſtändig aufhielt, geſtellt hatte. Die dritte Tabelle aber enthält Beobachtungen, die mit dem Hygrometer, das er dem Herrn von Felbinger geſchickt hatte, in Sagan gemacht worden ſind. Man ſieht daraus, daß die gänzliche Veränderung dieſer Hygrometer ſehr verſchieden iſt. Denn ſie war für das Hygrometer

I	von	21 Grad	bis zu	289
H	von	191	— — —	268
G	von	70	— — —	280

alſo hatte das Hygrometer I eine Veränderung von 268, das Hygrometer H von 77 und das Hygrometer G von 210 Grad.

Die

Dieſe Verſchiedenheit muß vorzüglich den Umſtänden zugeſchrieben werden, in welchen dieſe Hygrometer ſich befanden. Das Hygrometer I war gleichſam unmittelbar der äußern Luft ausgeſetzt; das Zimmer wurde im Winter nicht geheizt, auch war faſt immer ein Fenſter offen, und niemand kam hinein, außer Lambert, wenn er die Grade des Hygrometers beobachten wollte. Mit dem Hygrometer H hingegen verhielt es ſich ganz anders. Das Zimmer wurde den ganzen Tag hindurch geheizt, die Fenſter waren alsdann verſchloſſen, und im Sommer wurde nur ein einziges offen gelaſſen. Alles dieß mußte das Hygrometer H nothwendig mehr über, als unter den Grad der mittleren Trockenheit erhalten. Daher konnte auch dieſes Hygrometer, da es beſonders in den Wintermonaten an den Veränderungen der äußern Luft nur ſehr geringen Antheil nahm, nichts anders, als nur gleichſam die Spuren dieſer Veränderungen anzeigen. Das Hygrometer G von Sagan hielt ohngefähr das Mittel zwiſchen den Hygrometern I und H, und befand ſich in einem Gange, auf welchem die eine oder die andere Thür faſt allezeit offen ſtand.

Der Gang des Hygrometers I in Berlin und des Hygrometers G in Sagan war bis auf 2 oder 3 Grad in den zehn letzten Tagen des Novemb. 1771 vollkommen gleich. Nach dieſem drehte ſich das Hygrometer in Berlin um ein beträchtliches weiter gegen die Feuchtigkeit hin, als das Hygrometer in Sagan. Dieß dauerte bis zu Ende des Märzes fort, wo alsdann das Berlin'ſche Hygrometer anfieng, faſt immer mehr auf dem Trocknen zu ſtehen, als das Sagan'ſche. Gegen den September hin fiengen ſie wieder an, ſich einander zu nähern, ſo daß bald das eine bald das

andere auf dem Trocknen ſtand. Im Novemb. fieng das Berlin'ſche Hygrometer wieder an, ſich beſtändig auf dem Feuchten zu erhalten, wie es im vergangenen Winter vom 10ten Dec. 1771 bis gegen den 1. April 1772 geſchehen war.

Dieſe Verſchiedenheiten zwiſchen den Hygrometern in Sagan und Berlin hinderten doch nicht, daß ihre beſondern Veränderungen ſehr gleichförmig waren, nur einige Ungleichheiten ausgenommen, wo dieſe Hygrometer aus zufälligen Urſachen eine einander entgegengeſetzte Veränderung machten, oder einander um einen oder zwey Tage zuvor kamen.

Auch ſieht man noch, daß die Urſache, welche gegen das Ende des Februars in Berlin die Luft außerordentlich feucht gemacht hatte, nur einen ſehr geringen Einfluß auf das Hygrometer in Sagan gehabt hatte. Es war dieß ein Südwind, der einen ſtarken Regen und eine feuchte Witterung zur Folge hatte; es ſcheint aber, daß dieſer Wind zu Sagan viel geringer geherrſcht habe.

Da die hygrometriſchen Veränderungen in Berlin und Schleſien ſehr ähnlich waren, ſo zweifelte Lambert nicht, daß ſie ſolches auch in einem weitern Strich Landes ſeyn würden. Er verglich daher ſeine Beobachtungen in Berlin mit denen des Herrn Maſchenbauer in Augſpurg; dieſer fand ſeine Hygrometer auf dem trockenſten Grad am 28ten Juni 1772, in Berlin aber geſchah dieß erſt am 29ten Nachmittags, wo das Hygrometer den 291ten Grad anzeigte. Es erfolgte alſo in Berlin die Trockenheit einen Tag ſpäter als in Augſpurg. In Sagan hatte das Hygrometer den trockenſten Grad am 20ten Juni,

Juni, am 28 und 29ten aber einen weniger trocknen angezeigt.

Die größte Feuchtigkeit wurde zu Augſpurg am 13ten Septemb. 1771 bemerkt, in Berlin war am 12ten Dec. Abends ebenfalls eine ſehr ſtarke Feuchtigkeit, und das Hygrometer ſtand auf den 74ten Grad, aber dieſe Feuchtigkeit wurde noch von derjenigen übertroffen, die am 29ten Febr. 1772 einfiel, wo das Hygrometer I auf dem 21ſten Grad unter der Null ſich befand. Demungeachtet kann die Feuchtigkeit vom 12ten Dec. in Berlin immer mit der Feuchtigkeit vom 13ten Dec. in Augſpurg für gleichlaufend angeſehen werden; ſo daß man in dieſer Abſicht ſagen kann, daß ſie in Berlin um einen ganzen Tag früher erſchienen ſey, da im Gegentheil in Augſpurg die größte Trockenheit um einen ganzen Tag früher eingefallen war. Die Lage dieſer beyden Städte, ſowohl in Anſehung des Meeres als in Anſehung der Winde, macht, daß bey allen dieſen Umſtänden alles ſehr natürlich zugeht.

John Smeaton [z]) gab ſich Mühe, das Hygrometer aus hanfenen Schnüren zu verbeſſern, und ihm feſte Punkte zu geben. Eine 35 Zoll lange und $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{30}$ Zoll dicke Schnur, die man vorher in Salzwaſſer geſotten, gedehnt und eine Woche lang durch Gewichte von 1 bis 2 Pfund geſpannt hatte, wird oben an einem Gegenwirbel befeſtigt, und endigt ſich unten an einem meſſingenen Drathe, der das Ende eines mit $\frac{1}{2}$ Pfund Gegengewicht beſchwerten Zei=

z) Deſcription of a new Hygrometer in den Philoſ. Transact. Vol. LXI. for the year 1771. P. I. n. 24. p. 198. ſqq.

Zeigers dreht. Dieſer Zeiger iſt 12 Zoll lang, und weißt auf einen Gradbogen, welcher eine Theilung von 0 bis 100 hat. An einem trocknen Tage wird die wohl ausgetrocknete Schnur an ein mäßiges Feuer geſtellt, und mit dem Wirbel ſo aufgewunden, daß der Zeiger auf 0 ſteht. Dann wird ſie mit warmem Waſſer ſo lange angefeuchtet, bis ſie dadurch weiter keine Verkürzung erleidet; worauf man dann den Gradbogen ſo weit näher oder weiter rückt, daß der Zeiger in dieſer Lage den Punkt 100 trifft. — Dieſe Beſtimmung der feſten Punkte iſt aber äußerſt unſicher, und daher für genaue Hygrometer unbrauchbar. —

Der merkwürdige Durchgang der Venus durch die Sonnenſcheibe im Jahr 1769 gab Veranlaſſung, daß die Ruſſiſche Kaiſerin Catharina II. verſchiedene Gelehrte in verſchiedene Provinzen ihres Reichs verſchickte, theils um Beobachtungen an dieſer himmliſchen Begebenheit anzuſtellen, theils aber auch, um die geographiſche Lage mehrerer Oerter zu beſtimmen. Unter dieſen Gelehrten befand ſich auch Lowitz, deſſen Beſtimmungsörter folgende waren: Gurief, eine kleine Feſtung an der Mündung des Ural-Fluſſes in das Caſpiſche Meer, woſelbſt er den Vorbeygang der Venus vor der Sonne beobachtete, alsdann Aſtrachan, Kislär, Moſtock in Circaſſien, Zarizin, Saratof und Dmitriefsk. Er hatte ſeinen Sohn Tobias a) auf dieſer Reiſe von St. Petersburg mitgenommen, welcher beſonders ein großes Vergnügen an Naturalien fand. Als er nun zur Zeit ſeines Aufenthalts in Dmitriefsk an einem warmen Sommertage 1772 die am Ufer der Wolga befindlichen

a) Göttingiſches Magazin der Wiſſenſch. und Litteratur. Jahrg. III. St. 4. Num. 2.

chen Steine durchſuchte, fand er daſelbſt eine Menge dünner blaulichter Schieferſteine, die er aber wegen ihrer Menge, und da er ſie für einen bloßen Thonſchiefer hielt, anfänglich nicht achtete. Indem er ſich alſo nach andern Dingen umſah, nahm er von ohngefähr ein dünnes Blättchen von dieſem Schiefer in den Mund zwiſchen die Lippen; aber als er es wenige Minuten darauf wieder wegwerfen wollte, war es ſo feſt an die Lippen geklebt, daß er nicht nur den Mund nicht öffnen konnte, ſondern auch, da er es unvorſichtigerweiſe gewaltſam losriß, die Haut der Lippen nebſt vielem Blute an ſelbigem hängen geblieben war, welches ihm einen heftigen Schmerz verurſachte.

Dieſer Umſtand machte ihn aufmerkſamer, und er bemerkte, daß dieſe Steinart mit großer Begierde Waſſer einſauge, indem, da er ein ſolches Blättchen in den Fluß hielt und ſogleich wieder herausnahm, das an ſeiner Oberfläche hangen gebliebene Waſſer ſehr geſchwind verſchwand. Nachdem er hierüber mehr nachdachte, kam er auf den Gedanken, ob dieſe Steine nicht eben ſo gut die Feuchtigkeit aus der Luft anziehen ſollten, und daher eine hygroſkopiſche Subſtanz abgeben könnten. Um ſich hievon zu überzeugen, ſtellte er nach der Anweiſung ſeines Vaters folgende Verſuche an:

Er befeſtigte nahe am Fenſter eine Goldwage, an deren einem Ende er einen ſolchen Stein hieng, und brachte ſie durch Gegengewicht ins Gleichgewicht, welches des Morgens früh geſchah; in weniger als einer Viertelſtunde bemerkte man ſchon eine Abnahme am Gewichte des Steins. Dieſes Abnehmen dauerte bis Nachmittags fort, und betrug ohngefähr 10 Gran;

 hier-

hierauf nahm der Stein gegen Abend an Schwere wieder zu. Dieſer Erfolg gewährte ihm ſo viel Vergnügen, daß er, um dieſe Beobachtungen genauer fortzuſetzen, zwey viereckte Täfelchen von dieſen Steinen von gleicher Größe und Dicke verfertigte, welche er dann alle Stunden wog, und er fand, daß ſie in ihrer Zu- und Abnahme an Gewicht allezeit mit einander übereinſtimmten; zugleich machte er auch ſtatt des Gewichts kleine Häkchen aus Drath von 1, 2, 4, 5 bis 10 und mehreren Granen, die er bey jedesmaligem Wägen, ohne dabey die Wage in ſtarke Bewegung zu ſetzen, bequemer an einander hängen oder wegnehmen konnte, nachdem die Steine ſchwerer oder leichter wurden.

Eins von ihnen legte er ins Waſſer, um zu erfahren, wie viel daſſelbe in ſich ziehe. Das eindringende Waſſer trieb alſobald eine Menge Luft heraus, die die ganze Oberfläche des Täfelchens in Geſtalt kleiner Bläschen überzog. Damit es Zeit hätte, ſich vollkommen zu ſättigen, ließ er es über Nacht im Waſſer liegen, worauf er ſolches herausnahm, von außen mit einem Tuche abtrocknete, und wieder an die Wage hieng, da es dann 253 Gran ſchwer war; ehe es aber ins Waſſer gelegt war, wog es nur 109 Gran. Dieſes eingeſogene Waſſer ließ es ſo geſchwind wieder fahren, daß es nach wenigen Stunden mit dem andern Täfelchen, welches nicht ins Waſſer gelegt war, wieder übereinſtimmte.

Dieſe Entdeckung bewog ſeinen Vater, weitere Verſuche mit dieſen Steinen zu unternehmen. Er legte ein Täfelchen dieſes Geſteins, um das ſpecifiſche Gewicht deſſelben, d. i. im höchſten Grade der Trokkenheit, zu erfahren, behutſam in ein Kohlenfeuer,

und

und erhitzte es bis zum Glühen, um gewiß zu seyn, daß alle darin befindliche Feuchtigkeit durch die Gewalt des Feuers herausgetrieben sey. Hierauf brachte er ſolches in voller Hitze wieder an die Wage, da es dann 175 Gran wog, welches nun das ſpecifiſche Gewicht des Täfelchens ausmachte. Beym Erkalten nahm es auch gleich wieder an Gewicht zu, indem es die Feuchtigkeit aus der Luft anzog.

Um ſich nun zu überzeugen, ob es nach ausgeſtandener Gewalt des Feuers noch eben ſo viel Waſſer als zuvor einzöge, ward es nochmals ins Waſſer gelegt, und nach völliger Sättigung wog es 247 Gran, alſo 6 Gran weniger, als das erſte mal. Dieſer Abgang ward auch in der Folge bey allen andern Täfelchen bemerkt, und ſcheint vom Verluſte gewiſſer Theilchen des Steins ſelbſt, die im Feuer zerſtörbar ſind, herzurühren. Die größte Menge Feuchtigkeit, welches dieſes Täfelchen verſchlucken konnte, war alſo 72 Gran. Wenn man daher von dem jedesmal unterſuchten Gewichte des in der freyen Luft hängenden Steins das eigenthümliche Gewicht deſſelben, das man durch das Glühen gefunden hat, abzieht, ſo zeigt der Reſt die Menge der im Steine befindlichen Feuchtigkeit an, welche dann allezeit nach Beſchaffenheit einer trocknen oder feuchtern Luft auch verhältnißmäßig weniger oder mehr beträgt.

Hieraus folgt, daß dieſer Art Hygrometer ein hoher Grad der Vollkommenheit eigen iſt, indem man an ihnen zwey beſtimmte Punkte, nämlich ſowohl den höchſten Grad der Trockenheit, als auch den der Feuchtigkeit feſtſetzen kann.

In der Folge gab man den Täfelchen, die man zum beſtändigen Gebrauche beſtimmte, eine runde Geſtalt,

ſtalt, weil ſich bey den eckigten die Ecken ſehr leicht abſtoßen. Uebrigens iſt die Zubereitung der Täfelchen ſehr leicht, indem man nur, nachdem man ihnen die runde Geſtalt gegeben hat, ſo lange zwey zugleich mit Waſſer und feinem Sande auf einander reiben darf, bis ſie die gehörige Dünne erreicht haben. Je dünner ſie gemacht werden, deſto beſſer ſind ſie, indem dadurch die ganze Maſſe des Steins dem unmittelbaren Zutritt der Luft eine größere Oberfläche darbietet, und ſie daher die verſchiedenen Veränderungen der Luft in Anſehung der Menge der in ihnen enthaltenen Feuchtigkeit geſchwinder anzuzeigen fähig werden.

Dieſem Hygrometer könnte man den Vorwurf machen, daß es die abwechſelnde Veränderung der Luft nicht geſchwind genug anzeige; allein es geſchieht gewiß in eben ſo kurzer Zeit, und, wenn es ſehr dünne geſchliffen iſt, wohl noch geſchwinder, als die Vergrößerung und Verminderung des Raums des Queckſilbers durch die jedesmalige Zu= und Abnahme der Wärme im Thermometer, bis ſie nämlich die Glasröhre und das darin enthaltene Queckſilber in allen Theilen gleichförmig durchdringen und wieder verlaſſen kann. Nunmehr kam es darauf an, eine Vorrichtung zu erfinden, vermittelſt welcher man die Beobachtungen an dieſem Hygrometer aufs leichteſte, bequemſte und genaueſte anſtellen könne.

Zu dieſer Abſicht ward folgende Einrichtung gemacht: an die Seite eines Brets, welches ohngefähr eine Hand breit und 2 Fuß lang war, ward ein Schieber ſo befeſtigt, daß man ihn an dem Brete frey auf= und abſchieben konnte; an dieſes Bret befeſtigte Lowitz eine empfindliche Wage, an deren einen Schenkel

kel er das Ende einer aus Silberdrath verfertigten aus kleinen in einander gefügten Ringen beſtehenden Kette hieng, welche ohngefähr ſo ſchwer war, als das Gewicht der Menge des Waſſers beträgt, welches das Hygrometer zu ſeiner Sättigung erfordert; das andere Ende dieſer Kette ward an dem obern Theile des Schiebers befeſtigt. Den Schieber ſchob er hierauf ſo lange in die Höhe, bis die Wage völlig im Gleichgewichte ſtand. Hiernächſt zog er an einer willkührlichen Stelle von dem Brete in dem Schieber eine Linie. An den andern Schenkel der Wage hieng er um ein Gewicht von 10 Gran, worauf er dann den Schieber ſo weit herunter ſchob, bis die Wage wieder vollkommen ins Gleichgewicht kam. Den Zwiſchenraum beyder Stellen, wo die Wage im Gleichgewichte war, theilte er in 10 gleiche Theile, deren jeder einen Gran anzeigte, und trug ſolcher Theile mehr, ſo weit es nöthig iſt, fort. Auf dem Schieber machte er ebenfalls vom Zeiger an eine Eintheilung von 10 gleichen Theilen, deren jeder Theil aber genau um $\frac{1}{10}$ kleiner war, als die Theile der Skale, welches dazu diente, um beym Wägen auch vollkommen den zehnten Theil eines Grans beſtimmen zu können.

Hierauf wurde für jedes Täfelchen, welches zu Beobachtungen beſtimmt war, ein Gewicht aus Meſſing gemacht, das vollkommen ſo viel wog, als die eigenthümliche durch das Glühen gefundene Schwere des Täfelchens betrug. So oft man nun den Zuſtand des Hygrometers unterſuchen wollte, hieng man an den einen Arm der Wage das Täfelchen, und an den andern dasjenige Gegengewicht, welches der eigenthümlichen Schwere des Täfelchens gleich war; wäre

nun in dem Hygrometer nicht die geringſte Feuchtigkeit vorhanden, ſo würde der Zeiger auf Null zu ſtehen kommen. Da aber jederzeit nach Verſchiedenheit der Witterung mehr oder weniger Waſſertheile darin enthalten ſind, und dieſe alſo ein Uebergewicht verurſachen, ſo mußte man ſolches durch Verlängerung der Kette vermittelſt des Schiebers ins Gleichgewicht bringen, da denn die Stelle des Zeigers an der Eintheilung bey einer jeden Beobachtung die Menge der im Steine befindlichen Feuchtigkeit aufs genaueſte angab.

Weil dieſe Hygrometer ſo gehängt werden müſſen, daß die freye Luft einen ungehinderten Zutritt zu ihnen hat, ſo muß man Sorge tragen, daß kein Regentropfen oder ſonſt eine zufällige Feuchtigkeit darauf kommen kann, indem ſie im entgegengeſetzten Falle ein Gewicht angeben würden, welches der Abſicht, die man dabey hat, nämlich die größere oder geringere Menge der in der Luft wirklich enthaltenen Feuchtigkeit zu beſtimmen, nicht entſprechen würde.

Bey einer lange anhaltenden naſſen und regnigten Luft enthielt ein ſolches Hygrometer über 55 Gran Feuchtigkeit, und im Jahr 1774 bey einer ſehr lange dauernden außerordentlichen Hitze, bey der die den Sonnenſtrahlen ausgeſetzte Erde ſo brennend heiß war, daß die Aepfel, welche von den Bäumen fielen, auf derſelben gleichſam wie in einem Ofen gebraten wurden, und wobey das Thermometer im Schatten 83 Grad nach de l'Isle, oder 110 Grad nach Fahrenheit, zeigte, enthielt daſſelbe Hygrometer nur $1\frac{1}{2}$ Gran Feuchtigkeit.

Indeſ-

Indeſſen hat Lowitz dieſen Schiefer an keinem andern Orte finden können. Im Jahr 1782 machte er eine Reiſe zu Fuß über Maynz, Strasburg, Baſel und Bern nach den Schweizer Alpen bis auf den St. Gotthard und von da über Zürch, Schafhauſen, Stuttgard, Heidelberg, Frankfurt und Gotha wieder zurück nach Göttingen; er ließ es ſich ſehr angelegen ſeyn, irgendwo eine gleiche Steinart zu finden, welches ihm aber nicht glückte.

Selbſt derjenige Diſtrikt bey Dmitriefsk, wo dieſer Schiefer ſich in ſehr großer Menge befindet, iſt nicht beträchtlich, indem nämlich nur die ſteile und ohngefähr 10 oder 15 Klafter hohe Ecke des rechten Ufers der Wolga, wo die Kamüſchinka in dieſelbe ausfließt, und auf deren Höhe ehedem die Stadt Kamüſchinka geſtanden hat, von welcher gegenwärtig nur der Wall und die Gruben der Keller noch zu ſehen ſind, ganz aus dieſem Thonſchiefer, welcher in horizontalen Lagen über einander liegt, beſteht.

Die Tafeln dieſes Schiefers ſind von verſchiedener Dicke, und laſſen ſich mit Hülfe eines Meſſers gleichſam wie Frauenglas in dünnere Blätter ſpalten; die meiſten ſehen blau aus, und dieſe ſind zum Gebrauche die beſten, dahingegen andere von weißer Farbe keine ſo feſte Conſiſtenz beſitzen, und daher zerbrechlicher als die blauen ſind. Sie haben einen ganz eigenen Geruch, der ſich vorzüglich äußert, wenn man ſie mit Waſſer ſättiget; durch das Glühen aber verlieren ſie ſowohl den Geruch, als auch die Farbe, und werden mehr gelbröthlicht. Man ſieht in ihrer Maſſe eine Menge ſehr feiner glänzender Pünktchen.

Das andere Ufer der Kamüſchinka beſteht aus einem rothbraunen weichen Thone, der in eben ſolchen dünnen Blättern in horizontalen Lagen über einander liegt, und der, wenn man ihn trocknet, dieſelbe Eigenſchaft hat, die Feuchtigkeit aus der Luft anzuziehen. Daher iſt es zu vermuthen, daß der Hygrometerſtein auch ein Thon geweſen ſey, der ſeiner Lage wegen, indem er den ganzen Tag den Sonnenſtrahlen ausgeſetzt iſt, durch die Länge der Zeit ſo ſehr verhärtet iſt; da hingegen zu jenem die Sonnenſtrahlen faſt niemals gelangen können.

Der junge Lowitz ſchickte nachher dem Herrn Etatsrath Baron von Aſch ein Paar Stücke von dieſem Thonſchiefer, und dieſer überſchickte ſolche in der Folge an das Muſeum zu Göttingen. So kamen ſie in die Hände Lichtenberg's, welcher ebenfalls das Urtheil darüber fällte, daß unter den mannichfaltigen Hygrometern, die den Grad der Feuchtigkeit durch Abwägen angeben, dieſem der Vorzug bey weitem gebühre.

Zur Beſtimmung der Größe der Ausdünſtung ſind in dieſem Zeitraume mehrere und genauere Beobachtungen angeſtellt worden. Bey dieſen Beobachtungen können zweyerley Abſichten ſtatt finden; entweder wünſcht man die abſolute Menge der in verſchiedenen Jahrszeiten oder Jahren aus den Gewäſſern aufſteigenden Dünſte zu kennen, oder man will nur für einen gegebenen Augenblick die Größe der Ausdünſtung beſtimmen. Man erkannte, daß zu jeder Abſicht eine eigene Einrichtung des Werkzeuges erfordert werde.

Zu

Zu der erſten Abſicht haben beſonders Muſſchenbroek, Richmann, Wallerius und Lambert die Größe der Ausdünſtung unterſucht. Muſſchenbroek [c]) gebrauchte bleyerne Gefäße von 6 Zoll ins Gevierte, fand die Ausdünſtung aus einem ſolchen Gefäße von 12 Zoll Höhe ſtärker, als aus einem von 6 Zoll Höhe, und glaubte endlich daraus das Reſultat ziehen zu können, daß ſich unter übrigens gleichen Umſtänden die Größen der Ausdünſtung wie die Cubikwurzeln aus der Höhe der Gefäße verhielten, wenn er die Verſuche im Freyen anſtellte; auf ſeinem Zimmer hingegen konnte er zwiſchen der Größe der Ausdünſtung aus hohen und niedrigen Gefäßen nie einen merklichen Unterſchied finden.

Richmann [d]) fand ebenfalls die Ausdünſtung aus tiefern Gefäßen ſtärker, und erklärt dieß dadurch, daß die Ausdünſtung von dem Unterſchiede der Temperaturen des Waſſers und der Luft abhange, und dieſer Unterſchied in tiefern Gefäßen größer und dauerhafter ſey, weil ſie die Temperatur der umliegenden Luft nicht ſo ſchnell annehmen. Um die Größe der Ausdünſtung ſo genau als möglich zu beſtimmen, ſchlug Richmann vor, das Atmometer mit einem größern von oben bedeckten und mit Waſſer gefüllten Gefäße in Verbindung zu bringen, damit die Höhe des Waſſers im Atmometer ſelbſt weder durch die Ausdünſtung merklich vermindert, noch durch den Regen vermehrt werden möge.

Wal-

c) Tentamina experimentor. capt. in Academia del Cimento. T. II. p. 62.

d) Comment. Petropol. T. XIV. p. 273. Nov. comment. Petrop. T. I. p. 198. T. II. p. 145.

Wallerius [e]) hat eine große Menge Verſuche über die Ausdünſtung des Waſſers mit vielem Fleiße angeſtellt. Er ließ ſich hiezu zwey parallelepipediſche Kaſten, den einen 2, den andern nur 1 geometriſchen Zoll hoch, verfertigen. Beyde hatten gleiche und ähnliche Grundflächen. Nachher gebrauchte er hiezu cylindriſche Gefäße von ungleichen Höhen und ungleichen Grundflächen. Nachdem er dieſe mit feuchtem Thon umgeben hatte, ſo fand er, daß die Ausdünſtung aus hohen und niedrigen Gefäßen gleich ſtark war; er glaubte ſogar aus ſeinen Verſuchen ſchließen zu dürfen, daß ſich die Ausdünſtung des Waſſers in gleicher Zeit und einerley Umſtänden wie die Oberflächen des Waſſers verhalte, auf welche die Luft unmittelbar wirkt, wenn die andern Seiten gegen ihre Wirkung bedeckt werden. Um dieſes Geſetz noch mehr zu prüfen wiederholte er die Verſuche, wobey er zugleich mit Rückſicht auf die Barometer- und Thermometerſtände nahm. Das Waſſer ward des Morgens gewogen, und jeden Morgen friſches Waſſer in die cylindriſchen Gefäße gegoſſen. Alle Gefäße ſtanden in ihren zubereiteten Behältniſſen von Thon in freyer Luft. Wenn Regen einfiel, bedeckte er allezeit die Gefäße mit einem Brete, das er wegnahm, wenn der Regen aufgehört hatte. Aus dem einen Gefäße, deſſen obere Fläche ohngefähr 193964 Quadratſkrupel war, dunſteten innerhalb 6 Tagen am Ende des Monats May und zu Anfang des Jun. $24\frac{1}{2}$ Unze, und innerhalb 7 Tagen im Anfange des Auguſt 14 Unzen aus. Ueberdieß ergaben auch ſeine Verſuche, daß bey ſonſt gleichen Umſtänden die Ausdün-

e) Abhandl. der ſchwed. Akad. der Wiſſenſch. B. VIII. S. 3. f. der Ueberſ.

dünſtung deſto ſtärker war, je mehr die Wärme zu-nahm. So hat er mehreremal bemerkt, daß die Ausdünſtung Nachmittags ſtärker war, als Vormittags, weil meiſtentheils die Nachmittagswärme größer iſt. Jedoch iſt die Stärke der Ausdünſtung dem Ab- und Zunehmen der Wärme nicht proportionirt, oder ſie verhält ſich nicht wie die Ausdehnungen der flüſſigen Materie im Thermometer.

Endlich fand er noch, daß auch der Wind die Ausdünſtung des Waſſers vergrößere.

In Lambert's[f]) Verſuchen iſt der Unterſchied zwiſchen der Größe der Ausdünſtung aus hohen und niedrigen Gefäßen gar nicht anzutreffen.

Um die Größe der Ausdünſtung für einen beſtimmten kleinern Zeitraum zu erfahren, beſchreibt Richmann[g]) ein eigenes Werkzeug. Er beſtimmt es eigentlich zu Abmeſſung der Ausdünſtungen des Waſſers von verſchiedener Temperatur. Es beſteht aus drey cylindriſchen Gefäßen von Blech; das weiteſte und tiefſte derſelben wird mit Waſſer angefüllt. In dieſem Waſſer ſchwimmt das zweyte etwas kleinere Gefäß, welches leer bleibt, und ganz verſchloſſen iſt; damit es nicht ſchief ſchwimme, ſtehen Stäbe mit Rollen zur Seite, zwiſchen welchen es frey auf- und abſteigen, aber nicht ſeitwärts weichen kann. Das erſte mit Waſſer gefüllte Gefäß iſt auch ver-

f) Eſſay d'hygrometrie, Mémoir. de l'Acad. de Pruſſe 1769. p. 68. 1772. p. 65. Hygrometrie, aus dem franz. überſ. Augſp. 1774. Fortſ. 1775. 8.

g) Atmometi ſ. machinae hydroſtaticae conſtructio in Nov. comment. Petrop. T. II. p. 121.

verſchloſſen, aber in ſeinem Deckel ſind drey Löcher. Durch dieſe gehen drey metallene Füße, welche auf dem ſchwimmenden leeren Gefäße aufſtehen, und das dritte offene Gefäß tragen, welches mit dem ausdünſtenden Waſſer angefüllt iſt. So wie nun von dieſem Waſſer etwas ausdunſtet, und das Gefäß dadurch leichter wird, druckt es weniger auf das ſchwimmende Gefäß, das letztere hebt ſich daher im Waſſer höher, und die Füße, welche ſich in den Löchern des Deckels frey bewegen können, treten mehr heraus, heben alſo das obere Gefäß, welches eine an ihm befeſtigte Skale an einen Zeiger hinführt, und dadurch die Größe der Hebung anzeigt. Wie viel Gran ein jeder Theil der Skale gelte, kann man durch hineingeworfene Gewichte vorher leicht ausmachen, und ſo durch die Skale die Größe der Ausdünſtung bis auf die feinſten Theile abmeſſen.

Um die Menge des aus der Atmoſphäre herabfallenden Regenwaſſers zu beſtimmen, hat in dieſem Zeitraume Roger Pickering[h]) unter andern meteorologiſchen Werkzeugen folgendes Regenmaaß beſchrieben: es beſteht aus einem zinnernen Trichter von 1 Quadratzoll Oberfläche mit einer Glasröhre von ½ Zoll Durchmeſſer. Die Länge dieſer Glasröhre, welche in ein Bret mit einer Skale eingelegt iſt, beträgt gegen 3 Fuß. Durch die Skale wird die Höhe angezeigt, welche ein Cubikzoll Waſſer in der Röhre einnimmt, und welche überdem noch in eine Anzahl gleicher Theile getheilt werden kann, z. B. in 100 Theile, wenn man die Beobachtungen in Hunderttheile eines Zolls anſtellen will.

Ein

h) Philoſ. Transact. for the year 1744. n. 473.

Ein anderes Regenmaaß hat Johann Leche [i]), welcher von 1750 bis zu Ende 1761 Verſuche damit anſtellte, beſchrieben. Er ließ nämlich ein kubiſches Gefäß von Eiſenblech machen, deſſen inwendige Höhe 4,330 Zoll war. Dieſen Würfel füllte er mit Brunnenwaſſer, und das wog 1277 halbe Quentch. oder faſt 5 Pfund. Nachher ließ er dieſes Würfels ebenen Boden wegnehmen, und ſetzte ſtatt deſſen unten daran vier geneigte Bleche, die ſich in einer Röhre zuſammenſchloſſen, welche man in eine Flaſche, die einen langen Hals hat, ſtecken kann. An die Röhre ließ er einen Hut befeſtigen, der die Mündung der Flaſche bedeckte, daß kein anderes Waſſer in die Flaſche kommen konnte, als das aus dem Regenmaaße herablief. Der Boden mußte unten geneigte Ebenen beſitzen, damit auch kleine Regentropfen herabliefen und nicht ſitzen blieben, bis ſie wegdunſteten, auch daß Hagel und Schlagregen nicht wieder herausſprängen. Er ſetzte die Flaſche mit dem Regenmaaße auf einen ſtarken viereckten Pfeiler, der für ſich 5 Fuß über die Erde erhoben war. Wenn man nun das Regenmaaß mit ſeiner Flaſche darauf ſtellte, ſo waren deſſen Ränder mehr als drey Ellen über die Erde erhoben, damit der Schnee, den der Wind herumtrieb, nicht hinein ſtöberte und mit dem, welcher unmittelbar aus der Luft herabfiel, zugleich in Rechnung käme. Die Seiten des Pfeilers hatten genau die Dicke des Regenmaaßes. Damit es feſt und unverrückt ſtand, ward an jeder Seite des Pfeilers ein Nagel eingeſchlagen, der

i) Abhandl. der ſchwed. Akad. der Wiſſenſch. B. XV. S. 16. der Ueberſ.

der ſo lang war, daß er bis auf einen Querfinger an den oberſten Rand des Regenmaaßes hinauf reichte. Er ließ aber die Nägel oben abſchleifen, damit ſich kein Schnee auf ihre Köpfe legen konnte. Der Pfeiler ſtand auf einem freyen Platze im Garten, von Häuſern und Bäumen entfernt.

Die Meſſung anzuſtellen, war folgendes nöthig: 1. ein Paar cylindriſche Gläſer, die ſo verglichen waren, daß das eine 6 Quentchen, das andere 6 Loth Waſſer hielt. Wie weit jedes Quentchen und Loth gieng, zeigte ein Demantſtrich an. 2. Eine Tafel, die von $\frac{1}{4}$ Quentchen bis 37 Loth berechnet war, und anzeigte, wie viel jedes Quentchen oder Loth im Glaſe Höhe im Regenmaaße ſelbſt einnimmt. Dieſe Tafel muß man bey der Hand haben, ſo oft man das Waſſer aus dem Regenmaaße ſelbſt meſſen will. Sie wird alſo berechnet: wenn 1277 halbe Quentch. die ganze Höhe des Würfels einnehmen, welche 4,330 ſchwediſche geometriſche Zoll beträgt, wie viel Höhe im Würfel nimmt $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1, 2 Quentchen oder Loth u. ſ. w. ein?

Leche hatte nie verſäumt, das Waſſer zu meſſen, ſobald der Regen vorüber war. Wenn ſo viel Schnee fiel, daß er befürchtete, das Regenmaaß möchte voll werden, ehe das Schneyen aufhörte, welches doch ſelten geſchah, ſo ſchüttete er den Schnee heraus in ein Faß. Wenn es nun zu ſchneyen aufhörte, nahm er das Regenmaaß mit ſeiner Flaſche herein, damit der Schnee ſchmolz, und maaß alsdann das Waſſer.

Wäſſerige Meteore.

Was die gewöhnlichen Eigenſchaften des Regens betrifft, ſo beſchreibt ſie Muſſchenbroek [k]) auf folgende Art. Wenn es regnen will, zeigen ſich zuerſt zerſtreut ſchwebende weiße Wolken, die ſich immer mehr vereinigen, mit andern hinzukommenden ſich in eine gleichförmige Wolke zuſammenziehen und den ganzen ſichtbaren Himmel bedecken. Dieſe Wolken werden immer dichter, ſenken ſich, verlieren die weiße Farbe, ſchwächen das Tageslicht mehr oder weniger, und ſcheinen gegen die Erde zu gleichſam einen Rauch von ſich zu geben, bis ſie endlich den Regen ausgießen. Je weißer die Wolke iſt, deſto dünner iſt der Regen, und deſto kleiner ſind die Tropfen. Zuweilen iſt nicht der ganze Himmel überzogen, ſondern es ſchweben an demſelben nur einzelne ſchwarze und dichte Wolken, aus welchen es regnet; dieſer Regen hört auf, wenn der Wind die Wolke forttreibt, und der Himmel wieder heiter wird. Wenn eine gleichförmige Wolke den ganzen Himmel überzieht, ſo fallen die Tropfen gewöhnlich von gleicher Größe und gleich weit aus einander; hingegen ſind ſie ungleich und fallen bald dichter bald dünner, wenn der Himmel nach einer Gegend weißer, nach der andern dunkler ausſieht. Wenn eine Wolke durchgehends gleichförmig, aber langſam, verdichtet wird, daß ſich die Dünſte nach und nach vereinigen, oder wenn die Verdichtung am untern Theile anfängt und langſam nach oben zu fortgeht, ſo bilden ſich kleine Tropfen, welche langſam fallen, und es entſteht ein Staubregen; fängt aber die Verdichtung an dem obern Theile an, ſo werden die

k) Introduct. ad philoſ. natur. T. II. §. 2360.

die Tropfen durch die Vereinigung mit mehreren, die im untern Theile während des Fallens hinzukommen, größer. Verdichtet ſich eine ganze Wolke plötzlich, ſo fallen ſehr große und dichte Tropfen, oder das Waſſer fällt auf einmal in ganzen Maſſen herab. Dieß ſind die Platzregen und Wolkenbrüche. Gewöhnlich ſind die Tropfen an niedrigen Orten größer, als auf den Bergen. Sehr oft fängt der Regen mit kleinen Tropfen an, wird allmählig bis zu einem gewiſſen Grade ſtärker und dichter, und hört endlich mit kleinen Tropfen wieder auf.

Was die Anzahl der Regentage an verſchiedenen Orten betrifft, ſo iſt ſie ſehr ungleich. Muſſchenbroek l) führt ein ziemlich ſtarkes Verzeichniß von den Regenzeiten verſchiedener Länder aus Reiſebeſchreibungen an, welches zu erkennen giebt, daß hiebey faſt alles von der Lage gegen Meere, Seen, Flüſſe, Gebirge und Waldungen abhange. Kraft m) rechnet in Petersburg jährlich nicht mehr, als 40 Regentage; Muſſchenbroek in Leiden 107; in Chur zählte Lambert 138 heitere, 112 trübe, 115 Regentage, und Bergmann giebt für Abo in Schweden jährlich 146 Regentage an. Ueberdieß giebt es Gegenden der heißen Länder, beſonders ebene, wo wenig Waſſer aus dem Dunſtkreiſe herabfällt, und ſelbſt ſolche, wo es faſt nie regnet; jedoch fällt in ſolchen Ländern außerordentlich viel Thau, der oft das Erdreich ſehr anfeuchtet. Don Ulloa verſichert, daß es in den Thälern von Peru nie regne; aber die wäſſerigen Dünſte verwandeln ſich hier in eine Art von Thau oder Staubregen, den die Bewohner dieſer Thäler Garua nennen.

Ueber

l) Introd. ad philoſ. natur. T. II. §. 2365.
m) Comment. Acad. Petrop. Vol. IX. p. 348.

Ueber die Menge des aus der Atmoſphäre herabgefallenen Waſſers, wozu Regen, Schnee, Hagel, Reif und Thau gerechnet werden muß, hat man zwar in dieſem Zeitraume verſchiedene Beobachtungen angeſtellt; allein ſie ſind doch noch lange nicht hinreichend, die jährliche Summe des aus der Atmoſphäre herabfallenden Niederſchlags zu berechnen. Die Schätzung des Thaues hat hiebey die meiſte Schwierigkeit gemacht. Nach Hales [n]) Berechnungen giebt der Thau ohngefähr 3,39 Zoll Waſſer.

Wie groß die Höhe des herabgefallenen Regenwaſſers in verſchiedenen Ländern iſt, darüber finden ſich einige Beobachtungen in den philoſophiſchen Transactionen geſammlet. Aus 12jährigen Bemerkungen zu Padua [o]), von 1725 bis 1736, findet ſich die jährliche mittlere Höhe $30\frac{1}{2}$ ſchwediſche Zoll. Zu Rom regnet es faſt eben ſo viel [p]), und allein im Octob. 1741 iſt daſelbſt 9 Zoll hoch Regen, oder faſt eine halbe Elle tief gefallen. In Südcarolina in Amerika [q]) iſt aber der Regen noch häufiger. Vom Anfange 1738 bis zu Ende 1752 hat das Regenwaſſer kein Jahr unter 31; aber 1740 über 56 ſchwed. Zoll betragen. Die mittlere Höhe der 15 Jahre iſt 41 Zoll, oder etwas über 2 Ellen geweſen. In einem einzigen Monate fällt daſelbſt oft mehr Regen, als in Schweden im ganzen Jahre. Zwölfjährige Beobachtungen zu Berlin, 1728 bis 1739, geben die mittlere Höhe [r]) des Regens 20,6 engl. oder 17,7 ſchwed.

n) Statique des végétaux aus dem engl. überſ. pag. 48.
o) Philoſ. Tranſ. Vol. XXVII. et XL.
p) Ibid. Vol. XLII.
q) Ibid. Vol. XLVIII.
r) Miſcell. Berolin. T. IV. et VI.

ſchwed. Zoll. Zu Wittemberg [s]) iſt die mittlere Höhe von 1728 bis 1735, alſo von 8 Jahren, 16,8 ſchwed. Zoll geweſen.

Wargertin [t]) hat die Beobachtungen, welche hierüber in Upſal gemacht worden ſind, geſammlet, und ſie auf folgende Art angegeben.

Jahr		Höhe des Waſſers Zoll	Jahr		Höhe des Waſſers Zoll
1739	;	17,023	1752	;	11,996
1740	;	14,923	1753	;	16,238
1741	;	15,285	1754	;	16,305
1742	;	15,919	1755	;	20,344
1743	;	14,046	1756	;	14,505
1744	;	16,025	1757	;	13,313
1745	;	14,256	1758	;	9,114
1746	;	20,055	1759	;	12,088
1747	;	13,405	1760	;	13,133
1748	;	10,718	1761	;	12,237
1749	;	13,671	1762	;	11,679
1751	;	12,371			

Aus dieſen Beobachtungen, bemerkt Wargertin, findet ſich die mittlere Höhe zu Upſal 12,289 Zoll, oder faſt ½ Elle.

Wenn man nun, ſagt er, alle vorhergehende und die gleich anzuführenden Beobachtungen des Herrn Leche mit einander vergleicht, ſo finde ſich, daß es in Carolina am meiſten regne; weniger in Italien, viel weniger in Holland und Finnland, noch weniger in Deutſchland und England, am allerwenigſten in Frankreich und Schweden. Der Unterſchied ſey ſo groß, daß es in Südcarolina faſt dreymal ſo viel regne, als in Schweden.

Des

s) Miſcell. Berolin. T. IV.

t) Schwediſche Abhandl. B. XXV. p. 13. der Ueberſ.

Des Herrn Leche[v]) Beobachtungen, welche er von 1750 bis 1761 angeſtellt hat, ſind folgende:

Jahr	Jan.	Febr.	März	April
1750	1,091	2,472	2,136	0,273
1751	0,673	0,746	2,058	0,705
1752	1,971	0,769	1,528	1,435
1753	0,926	0,769	1,561	0,831
1754	1,347	1,256	0,757	1,593
1755	0,744	0,556	0,346	1,779
1756	1,572	1,352	1,109	3,330
1757	0,426	0,974	1,417	2,695
1758	0,298	1,141	1,090	0,315
1759	1,931	1,278	2,815	0,832
1760	1,635	1,567	0,653	0,218
1761	1,803	1,706	1,447	1,464
Summe	13,417	15,586	16,917	15,470
Mittel	1,201	1,216	1,410	1,289

Jahr	May	Juni	Jul.	Aug.
1750	1,357	1,727	1,373	3,818
1751	1,122	1,818	2,314	1,500
1752	0,724	1,015	3,473	4,264
1753	1,724	0,591	2,318	2,804
1754	1,565	2,624	3,095	1,032
1755	0,379	2,489	2,685	4,266
1756	1,275	1,689	3,463	2,775
1757	2,088	1,125	0,000	1,311
1758	0,856	1,401	1,260	1,944
1759	1,812	1,084	0,983	3,015
1760	0,610	1,875	3,705	4,785
1761	0,689	0,810	1,028	1,371
Summe	14,191	18,248	25,700	32,884
Mittel	1,267	1,521	2,159	2,740

Jahr

v) Abhandl. der ſchwed. Akad. der Wiſſenſch. B. XXV. p. 19. der Ueberſ.

Jahr	Sept.	Octob.	Nov.	Dec.	Summe des Jahrs
1750	0,900	0,259	2,473	0,532	18,411
1751	1,709	1,766	4,509	1,800	20,717
1752	0,820	2,513	1,773	2,064	22,349
1753	3,025	0,875	2,904	0,473	18,801
1754	1,802	2,736	2,205	1,925	21,937
1755	2,557	1,902	3,202	1,892	22,797
1756	0,595	1,553	2,608	0,426	21,745
1757	1,757	1,294	3,196	0,920	17,203
1758	2,588	2,723	1,454	1,839	16,915
1759	2,724	3,117	1,804	1,161	22,556
1760	2,452	3,232	2,310	2,272	25,314
1761	2,274	1,438	1,531	1,005	16,556
Summe	23,203	23,408	29,969	16,309	
Mittel	1,935	1,951	2,496	1,359	20,442

Aehnliche Beobachtungen hat Schonmark [x]) vom Jahr 1753 bis 1763 zu Lund angeſtellt, aus welchen ſich die jährliche mittlere Höhe 15,906 ſchwed. Zoll ergiebt.

In Paris ſind die Beobachtungen ununterbrochen fortgeſetzt, welche man in den Mémoires de Paris findet, und hier vollſtändig anzuführen zu weitläuftig ſeyn würde.

Muſſchenbroek hat verſchiedene Beobachtungen geſammlet, welche Briſſon durch andere vermehrt hat, und welche die folgende Tafel angiebt:

Jährliche Menge des Regens zu

Utrecht	= 24 Rheinl. Zoll	Harlem	= 24 Rhl. Zoll
Leiden	= $29\frac{1}{3}$ - -	Haag	= $27\frac{1}{2}$ - -

Delft

x) Abhandl. der ſchwed. Akad. der Wiſſenſ. B. XXVI. p. 159. der Ueberſ.

Jährliche Menge des Regens zu

Delft	= 27 Rhl. Zoll	Ulm	= $26\frac{1}{6}$ Rhl. Zoll
Dortrecht	= 40 - -	Wittemberg	= $16\frac{1}{2}$ - -
Middelburg in Zeeland	= 33 - -	Berlin	= 20 - -
Im Süderſee	= 27 - -	Lancaſter	= 41 Lond. Zoll
Harderwyk	= 27 - -	Upminſter	= $29\frac{1}{2}$ - -
Paris	= 20 Par. Zoll	Plymuth	= 30,909 -
Lion	= 37 - -	Edinburgh	= 22,518 -
Rom	= 20 - -	Upſal	= 15 Schw. Zoll
Padua	= $37\frac{1}{2}$ - -	Algier	= 27-28 Lond. -
Piſa	= $34\frac{1}{2}$ - -	Madera	= 31 - -
Zürch	= 32 - -	Charlestown	= 51 - -

Aus dieſen Beobachtungen läßt ſich überſehen, daß die Ungleichheit nach Zeit und Ort ſehr groß iſt, und daß es ſchwer iſt, zur allgemeinen Berechnung über die ganze Erdfläche ein ſchickliches Mittel zu wählen. Bergmann glaubt, man könne jährlich 30 Zoll für das allgemeine Mittel nehmen; denn wenn es gleich an einigen Orten gar nicht regne, und in Europa die mittlere Höhe meiſtens nur 15 bis 20 Zoll betrage, ſo gebe es doch Orte, wo es faſt immer regne, und andere, wo das Waſſer zu gewiſſen Zeiten faſt herunter gegoſſen werde. Unter dieſer Vorausſetzung beträgt die Menge des jährlichen Niederſchlags über die ganze Erdfläche (weil 30 Zoll = $\frac{1}{9130}$ geogr. Meile) $\frac{9282060}{9130} = 1016$ geographiſche Cubikmeilen. Im Ganzen genommen muß der Niederſchlag aus der Atmoſphäre eben ſo viel wieder abführen, als die Summe aller Ausdünſtungen zuführt,

führt, weil ſonſt die Atmoſphäre ein beſtändiges Zu- und Abnehmen ihres Gewichtes zeigen müßte, dergleichen aber die Barometer nicht angeben.

Ueber die Entſtehung der wäſſerigen Meteore ſind die Meynungen in dieſem Zeitraume ſehr verſchieden geweſen.

Nollet[y]) erklärt ſie ſo: den Tag über werden die Erde und die Luft, welche ſie umgiebt, von den Sonnenſtrahlen zugleich erwärmt. Sobald aber die Sonne untergeht, vermindert ſich die Wärme nach und nach; indeſſen erhält ſie ſich in dichtern Körpern viel längere Zeit, als in weniger dichten, ſo daß während der Nacht gewöhnlich die Erde und Gewäſſer viel wärmer ſind, als die atmoſphäriſche Luft. Alsdenn wird ſich die Materie des Feuers, die ſich beſtändig nach Art anderer Flüſſigkeiten auszudehnen ſtrebt, von der Erde in die Luft erheben, und ſehr feine Theilchen der Körper mit ſich nehmen. Beym Aufgange der Sonne hingegen wird die Atmoſphäre zuerſt erwärmt, und indem ſich die Luft ausbreitet, ſchlägt ſie dieſe feinen aufgeſtiegenen Dünſte als Thau nieder. Gegen das Ende des Herbſtes, wo die Nächte anfangen länger zu werden, und folglich die Erde kalt zu werden Zeit hat, gefrieren dieſe niedergeſchlagenen Theilchen, und bilden den ſogenannten Reif. Sehr oft aber erheben ſich die niedergeſchlagenen Theilchen, entweder durch die Ausbreitung der Luft, die ſie umgiebt, oder durch den Wind, und ſie verdunkeln den niedrigen Theil der Atmoſphäre, wo ſie dann den ſogenannten Nebel verurſachen. Die Nebel ſind im Winter viel häufiger als im Sommer,

y) Leçons de phyſique experiment. T. III. à Paris. 1744. 12.

mer, weil die Dünſte durch die Kälte ſogleich verdichtet werden, noch ehe ſie in die Höhe ſteigen können.

Wenn ſich die Nebel ſo hoch erheben können, daß ſie haufenweiſe oder zuſammenhängend in der Luft ſchweben oder darin ſchwimmen, ſo bilden ſie Wolken. Dieſe ſind nicht überall gleich hoch über der Erdfläche erhaben, weil ſie beſtändig mit der Luftſchicht, worin ſie ſich befinden, in einem gewiſſen Gleichgewicht ſeyn müſſen. Wenn die Wolken ſich durchs Zuſammenſtoßen oder durch Verdichtung der Luft, die ſie umgiebt, verdichten, ſo vereinigen ſich ihre Theilchen in Tropfen, welche herabfallen und ſo den Regen bilden. Die Kälte, welche die Dünſte verdichtet, kann ſo beträchtlich ſeyn, daß ſie ſich in Schnee oder Hagel verwandeln; in Schnee nämlich, wenn die Dünſte ſchon gefrieren, noch ehe ſie ſich in Tropfen vereinigt haben, und in Hagel, wenn die zum Gefrieren des Waſſers nöthige Kälte erſt nach der bereits erfolgten Tropfenbildung erfolgt.

Zur Entſtehung des Regens nimmt Beccaria [z]) außer der damals angenommenen Verdichtung der aufgeſtiegenen Dünſte noch die Elektricität zu Hülfe, deren Stärke ſich an ſeinem Elektrometer ziemlich genau, wie die Menge des herabgefallenen Regens verhielt. Denn die Aehnlichkeit der Regenwolken mit den elektriſchen Gewitterwolken, das Leuchten der Regentropfen, welches beſonders Bergmann im Jahr 1759 im Steptemb. ſehr ſtark beobachtet hatte, die gleichförmige Verbreitung der Wolken und Tropfen, und das gewöhnliche Beyeinanderſeyn der Gewitter und Regen zeigen offenbar das Daſeyn der Elek-

z) Lettere dell' elettriciſmo. Bologna 1754. 4.

Elektricität an. Die Entſtehung des Regens erklärte er nun auf folgende Art. Die Elektricität unſerer Erde ſteige da, wo ſie ſich im Ueberfluß befinde, auf, und nehme eine große Menge Dünſte mit in die obern Regionen. Eben dieſe Urſache nun, welche dieſe Dünſte ſammle, verdichte ſie auch wieder, und bringe dadurch die Waſſertheilchen ſo nahe zuſammen, daß ſie ſich in Tropfen vereinigen und ſo als Regen herabfallen könnten. Die Wolke verbreite ſich von dem Orte der Entſtehung gegen diejenigen Stellen der Oberfläche der Erde, wo ein Mangel an Elektricität anzutreffen ſey, und theile ihnen durch den herabgefallenen Regen ſo viel davon mit, daß dadurch das Gleichgewicht der Elektricität der Erde wieder hergeſtellt werde. Brachte ſich Beccaria iſolirt mit dem Reibzeuge der Elektriſirmaſchine in Verbindung, und tröpfelte er geſchmolzenes Geigenharz in einen mit dem Conduktor verbundenen Löffel, ſo zog der Rauch längſt ſeinem Arme und am ganzen Körper bis zu dem andern mit dem Reibzeuge in Verbindung ſtehenden Arme hin, und bildete eine Wolke, deren untere Fläche mit den Kleidern parallel, die obere hingegen geſchwollen und gewölbt war. Auf ſolche Art bildeten ſich, wie er glaubte, die Regenwolken, indem ſie den negativen Stellen der Erde die Elektricität der poſitiven zuführen. Dieſe Erklärung fand ſo vielen Beyfall, daß ſeit dieſer Zeit die Elektricität als eine vorzüglich mitwirkende Urſache der Entſtehung des Regens betrachtet worden iſt.

Nach Muſſchenbroek's [a]) Meynung entſteht der Regen hauptſächlich von den Winden mit Beyhülfe der Elektricität. Die Elektricität ſoll nämlich die-

a) Introduct. ad philoſ. natur. T. II. §. 2362.

dienen, die Dünſte von der Erde in die obern Regionen der Atmoſphäre zu führen, und ſie daſelbſt zu erhalten. Sobald alſo dieſen Dünſten die Elektricität entzogen wird, ſo werden ſie auch wieder herabfallen müſſen. Begegnet nun eine Wolke von geringerer Elektricität einer andern mehr elektriſirten, folglich waſſerreichern Wolke, und entzieht jene dieſer Elektricität, ſo wird erſtere höher in die Atmoſphäre aufſteigen, dieſe aber ſich ſenken und zu Regen verdichten. Verliert ſie aber durch eine Begegnung Einer Wolke nicht genug Elektricität, ſo wird ſie in der Folge mehr Wolken antreffen, welche ihr mehr entziehen, bis ſie ganz aufgelößt iſt. Die Winde ſind aber doch die Haupturſache des Regens, nebſt den Gährungen der Dünſte, welche Wind erzeugen. Daher auf heiße Nachmittage und Abende, wo dieſe Gährungen ſtark ſind, gemeiniglich in der Nacht und den Tag darauf Regen folgt. Beſonders verurſachen diejenigen Winde Regen, welche 1. von oben herab auf die Wolken treffen, ſie verdichten, ihre Elektricität rauben, und die Dünſte zuſammendrucken; welche 2. Luft mit Dünſten vom Meere her über das Land führen, und gegen Berge, Anhöhen und Wälder treiben, durch deren Berührung die Wolken ihre Elektricität verlieren; daher auch in den gebirgigten Gegenden mehr Regen herabfällt; welche 3. gegen einander ſtoßen, und die Wolken gegen einander drukken, wie im äthiopiſchen Meere, Guinea gegen über, auch welche von allen Seiten zuſammen ſtoßen, und die Wolken plötzlich zu Waſſer verdichten, das oft in großen Maſſen aus der Luft herabfällt. Auch tragen die Wälder wegen ihrer ſtarken Ausdünſtung viel zum Regen bey. Eben wegen der ſehr großen Wälder hat Schweden häufige Platzregen, und die Antil-

len waren vormals weit feuchter, ehe daſelbſt die Wälder ausgerottet wurden. Noch führt Bouguer an, daß es in Peru von der Mündung des Guajaquil an bis nach Panama, in einem mit Holze reich bewachſenen Striche von 300 Meilen, ſehr oft regne, hingegen vom Guajaquil an bis 400 Meilen ſüdwärts, wo der Boden frey und ſandig iſt, gar kein Regen falle.

Aus dieſer Muſſchenbroek'ſchen Erklärung, der die übrigen in den Hauptpunkten ähnlich ſind, erſieht man, daß man damals das Waſſer in ſeiner gewöhnlichen Geſtalt in der Atmoſphäre ſuchte, wobey es ſchwer fiel, ſein Aufſteigen zu erklären und mit dem Gange des Barometers zu vereinigen, da hingegen die Erklärung der Verdichtung und des Niederfallens an ſich den Phyſikern wenig Mühe verurſachte. Die Elektricität war denjenigen ſehr willkommen, welche das Aufſteigen zu erklären ſuchten; alſo betrachtete man ſie auch gern als mitwirkende Urſache des Niederfallens, zumal da man bey jedem Regen unläugbar Elektricität bemerkt. Der Abt Bertholon de St. Lazare erklärt alle wäſſerige Meteore aus Elektricität der Luft und Wolken, die der Elektricität der Erde ungleichartig iſt, und zwiſchen beyden eine Anziehung verurſacht. Dadurch zieht entweder die Luft die Dünſte aufwärts, wie beym Thau und Nebel, oder die Erde zieht ſie niederwärts, wie beym Regen. Sind viel Dünſte aufgezogen worden, und wird darauf das Gleichgewicht wieder hergeſtellt, ſo fallen ſie wieder herab, daher die plötzlichen Ergießungen bey Gewittern entſtehen; dauern die entgegengeſetzten Elektricitäten lange Zeit, ſo können ſich die Dünſte lange Zeit in der Atmoſphäre erhalten u. ſ. f.

Da man aber bey allen dieſen Erklärungen Schwierigkeiten fand, theils wegen des Aufſteigens des Waſſers in die Luft, theils wegen anderer dabey vorkommenden Ereigniſſe, ſo ſuchte man die Entſtehung des Regens aus der beſonders von le Roi vorgetragenen Auflöſungstheorie herzuleiten. Hiernach wird nämlich die Ausdünſtung als eine chemiſche Auflöſung des Waſſers in Luft betrachtet; mithin ſchwebt das Waſſer nicht in fein zertheilten Theilchen, ſondern vielmehr in einer ganz andern Geſtalt in der Luft, und beſitzt, wie dieſe, Elaſticität. Man muß daher auch annehmen, daß der Regen als eine Art von Niederſchlag aus dieſer Auflöſung zu betrachten iſt. Nun entſteht aber die Frage, auf welche Art ein ſolcher Niederſchlag in der Atmoſphäre erfolgen könne, und wirklich erfolge? Nach le Roi löſt die Luft bis zum Sättigungsgrade mehr Waſſer auf, je wärmer ſie iſt. Wird daher eine ſolche mit Waſſer geſättigte Luftſchicht erkaltet, ſo muß ſie Waſſer fahren laſſen, und zwar um deſto mehr, je kälter ſie wird, eben ſo wie ſich in einer geſättigten Salzſolution Salz niederſchlägt, wenn die warme Auflöſung erkaltet.

Vermiſchte Bemerkungen in Anſehung der wäſſerigen Meteore.

Bisher war man faſt allgemein der Meynung geweſen, daß der Thau wirklich aus der Atmoſphäre herabfalle. Allein Chriſtian Ludwig Gerſten b) bewieß

b) Diſſ. roris decidui errorem antiquum et vulgarem per obſervat. et experim. nova excutiens bey ſ. tentam. ſyſtem. novi ad mutationes barometri ex natura elateris aërii demonſtr. Frf. 1733. 8.

bewieß zuerſt durch viele Verſuche, daß wenigſtens in Heſſen der Thau faſt immer aufſteige. Du Fay bemerkt, daß dieſe Meynung nicht neu ſey, indem man ſchon in der Hiſtoire de l'Academie vom Jahr 1687 finde, daß einige gemeint hätten, der Thau komme aus der Erde und falle nicht herab, weil man in umgeſtürzten Glocken eben ſo viel Thau finde, als an andern Orten, die der Luſt ausgeſetzt geweſen ſind. Man habe aber dieſen Gedanken nicht weiter verfolgt, bis endlich Gerſten wieder darauf verfallen ſey. Dieſer hatte nämlich einen Verſuch gemacht, die Barometerveränderungen auf eine ganz eigene Art zu erklären. Da nun dieſe ſeine Erklärung mit der Meynung, daß der Thau falle, nicht zuſammenſtimmen wollte, ſo unternahm er es, dieſen Gegenſtand einer genauern Unterſuchung zu unterwerfen. Er hatte bereits in den Gärten wahrgenommen, daß das Gras des Abends ſehr feucht und mit kleinen Waſſertröpfchen bedeckt war, ob man gleich an den Blättern der Bäume und an den hoch gewachſenen Pflanzen nicht das geringſte davon bemerkte; überdem fand er, daß nicht alle Pflanzen auf gleiche Art benetzt waren; auf einigen befanden ſich Waſſertröpfchen in Menge, da man im Gegentheil auf andern wenige oder gar keine bemerken konnte. Dieſe Beobachtung, welche er einige Tage hinter einander gemacht hatte, brachte ihn auf den Gedanken, daß der Thau von der Erde aufſteige, nicht aber herabfalle. Um ſich davon zu verſichern, ſtellte er mehrere Verſuche an; er ſtürzte eine Glasglocke über eine Neſſel, an welche ſich, wie er wahrgenommen hatte, beſtändig viel Thau angelegt hatte, und fand am andern Morgen die Blätter und die innere Wand der Glocke voller Feuchtigkeit.

Ger-

Gerſten hieng kupferne Bleche in verſchiedenen Höhen über der Erde auf, und fand, daß die obere Fläche bisweilen bethauet, die untere hingegen allemal mit einer großen Menge Feuchtigkeit überzogen war. In der Folge hat er mehrere andere Verſuche mit Cylindern von Holz, mit Papier, Glasröhren, mit Bleyſtangen und verſchiedenen andern Körpern angeſtellt. Körper, welche auf Metallblechen lagen, wurden vom Thaue nicht feucht. Er ſchloß alſo hieraus, daß der Thau nicht falle, ſondern aus der Erde heraufſteige.

Muſſchenbroek [c]) wiederholte Gerſtens Verſuche, und fand die nämlichen Erfolge; daher war er anfänglich Gerſtens Meynung, daß der Thau nicht falle, er änderte ſie aber, nachdem er mehrere und genauere Verſuche angeſtellt hatte. Nach ihm giebt es verſchiedene Arten von Thau; die eine Art iſt die dichteſte unter allen, und erhebt ſich aus Seen, Flüſſen und Bächen; die andere Art ſteigt von der Erde auf, und eine dritte Art fällt aus der Atmoſphäre herab. Uebrigens lehrten ihm die Verſuche, daß mancher Thau auf alle Körper ohne Unterſchied, mancher nur auf gewiſſe Körper fällt. Glas und Porcellan wurden naß, wenn polirtes Metall und Steine daneben trocken blieben. Unter verſchiedenen Arten von Leder nahmen das rohe Kalbfell, auch rother und gelber Saffian immer den meiſten, blaues und ſchwarzes Leder den wenigſten Thau an. Muſſchenbroek vermuthet eine Mitwirkung der Elektricität, die er überhaupt bey der Erklärung der Aus-

c) Introduct. ad philoſ. natur. T. II. §. 2344. ſqq.

Ausdünſtung mit zu Hülfe nimmt. Er fragt, ob vielleicht die Dünſte ſteigen, wenn Elektricität hinzukommt, und fallen, wenn ſie wieder hinweggeht? Endlich bemerkt er, daß es bey ſtarkem Winde niemals thaue, wie ſchon Ariſtoteles anführe. Der meiſte Thau falle in Holland vom April bis zum October, meiſtens 2 bis 3 Stunden nach Sonnenuntergang, und um Sonnenaufgang. Nach vorhergegangenem Regen, und überhaupt bey feuchtem Boden thaue es ſtark, imgleichen in den heißen Ländern, wo warme Tage mit kühlen Nächten abwechſeln, wie Shaw vom wüſten Arabien bemerke, wo die Reiſenden vom Thaue oft bis auf die Haut benetzt wurden.

Du Fay [d]) machte noch ſorgfältigere Verſuche bekannt. Er hieng verſchiedene Glasplatten in verſchiedenen Höhen, von 6, 13, 17, 25 und 31 Fuß, über dem Boden wagrecht auf, wobey er zugleich oben an der Leiter, die er zu dieſem Geſchäft gebrauchte, eine koniſche Glocke von Kryſtall angebracht hatte. Dieſe Vorrichtung geſchah am 25ten Octob. 1736 um 4 Uhr des Nachmittags; um 5 Uhr bemerkte du Fay, daß ſich an der untern Fläche der Glasplatten, die er auf die Erde gelegt hatte, viele Waſſertropfen angelegt hatten, indeſſen ſich hievon an den übrigen Glasplatten und an der Kryſtallglocke nichts zeigte; um 6 Uhr fand er einige Tropfen an der Grundfläche derjenigen Platte, welche 6 Fuß über dem Boden erhaben war; die übrigen aber waren noch ganz trocken; um 7 Uhr hatte ſich die Feuchtigkeit bis zu den übrigen Glasplatten, jedoch im Verhältniſſe ihrer Höhen, erhoben, ſo daß die höhern angen-

d) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1736.

genſcheinlich weniger feucht waren, als die niedrigern; auch die Kryſtallglocke fand er benetzt, jedoch an der innern Fläche viel ſtärker als an der äußern, die gegen den Himmel gerichtet war. Am Morgen darauf um 5 Uhr fand er, daß die untern Flächen aller Glasplatten ſehr ſtark bethauet waren. Du Fay wiederholte dieſe Verſuche einige darauf folgende Tage mit demſelben Erfolge.

Am 28ten Octob. ſpannte er drey linnene Tücher von gleichem Gewichte in verſchiedenen Höhen über der Erdfläche aus, und fand am andern Morgen, daß das oberſte Tuch am Gewichte 4 Unzen 6 Quentchen und 6 Grän, und das niedrigſte 5 Unzen, $2\frac{1}{2}$ Quentchen zugenommen hatte.

Sonſt bemerkte du Fay, daß der Thau gewiſſe Körper, z. B. Glas und Porzellan, weit ſtärker traf, als andere, auch gewiſſe Farben mehr, als andere. Von einer Tafel, die halb von Glas, halb von Metall war, ward die erſte Hälfte naß, die zweyte nicht. Legte er eine Glasſcheibe über die Fuge, ſo ſetzte ſich viel Thau auf das Stück über dem Glaſe, wenig oder nichts auf das andere über dem Metalle. Ein polirtes Stück Metall in einem gläſernen Napfe blieb trocken, wenn gleich der Napf feucht ward; aber ein Stück Glas in einem metallenen Napfe ward feucht, indem der Napf trocken blieb.

Aus dieſen Verſuchen ſchloß nun du Fay, daß der Thau nur aufſteige, und vermuthete, daß er mit der Elektricität in Verbindung ſtehe.

Le Roy *) verſuchte aus ſeinem bekannten Syſtem über die Auflöſung des Waſſers in der Luft eine

c) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1751.

ne Erklärung des Thaues zu geben. Wenn ſich nämlich die Luft den Tag über mit Feuchtigkeit ſättiget, und gewöhnlich in den Nächten wieder erkaltet, ſo ſey es natürlich, zu denken, daß dieſe Erkältung unter dem Sättigungsgrade herabkomme, und daß in dieſem Falle das überflüſſige Waſſer niedergeſchlagen werde und einen Thau bilde, der aus der Luft falle, vorausgeſetzt, daß es dergleichen Thau gebe. Um dieſe ſeine Meynung zu beſtätigen, ſtellte er folgende Verſuche an:

Am 27ſten Septemb. 1752 nach Sonnenuntergang beobachtete er auf der Pariſer Sternwarte den Grad der Sättigung der Luft = $13\frac{1}{2}$ Grad. Er hieng nun ein Thermometer und eine weiße Glasbouteille auf. Am andern Morgen vor Sonnenaufgang war die äußere Glasfläche der Bouteille ſtark bethauet, und das Thermometer ſtand auf $12\frac{1}{2}$ Grad, alſo einen Grad unter der Sättigung, die er Abends vorher wahrgenommen hatte. Hieraus ſchloß nun le Roy, daß ſich der überflüſſige Theil des Waſſers wirklich niedergeſchlagen habe, und daraus klar ſey, daß an gewiſſen Tagen der Thau wenigſtens zum Theil aus der Luft komme. Dieſe Muthmaßung glaubt le Roy durch eine große Anzahl ähnlicher Verſuche beſtätigt gefunden zu haben. Jederzeit nämlich, wenn er die Bouteille bethauet gefunden hatte, war durch die Kälte der Nacht das Thermometer unter den Grad der Sättigung, den er Abends vorher beobachtet hatte, herabgeſunken. Da er alſo ſeine Bouteille nie anders bethauet gefunden hatte, als wenn während der Nacht die Luft unter dem Sättigungsgrade erkältet war, ſo glaubte er daraus ſchließen zu dürfen, daß dieſer Thau ganz allein von der Luft abgeſetzt werde,

und daß derjenige Thau, welcher von der Erde aufſteigt, ſich nie auf eine ſo große Höhe erheben könne.

Indeſſen führt le Roy einige Beobachtungen an, bey welchen er keinen Thau an ſeiner Bouteille wahrnahm, obgleich die Kälte in den Nächten das Thermometer unter dem Abends vorher beobachteten Sättigungsgrade herabgebracht hatte. Allein er bemerkt, daß ſich während dieſer Nächte der Wind geändert habe, nämlich von Süd oder Weſt nach Nord; eine Aenderung, welche ſehr ſchnell den Sättigungsgrad der Luft herabbringen könne, ohne daß man zu bemerken vermag, was für ein Sättigungsgrad der Luft durch dieſe Veränderung erfolgt ſey.

Wenn ſich nun, fährt le Roy fort, in dem Augenblicke Waſſer in der Luft niederſchlägt, und ſich in ihr ein Körper befindet, der dieſe Waſſertheilchen anzieht, ſo werden ſie ſich mit dieſem verbinden müſſen. Hieraus iſt es leicht zu begreifen, warum dieſer aus der Luft fallende Thau nicht allein die obere, ſondern auch die untere Fläche des Körpers benetzt; denn die untere Fläche der Körper, z. B. das Glas, das Porzellan u. ſ. w. ziehe das Waſſer an.

Die Eigenſchaft, daß Waſſertheile ſich ſehr leicht mit dem Glaſe, Porzellan u. ſ. w. verbinden, und von dem polirten Metalle zurückgeſtoßen werden, ſcheine dem Thaue nicht eigenthümlich zu ſeyn; im Gegentheil glaube er, ſie ſey allen wäſſerigen Dünſten gemein.

Wenn während der Nacht Thau aus der Luft gefallen war, ſo hatte er beſtändig des Morgens über einem bethaueten Striche, z. B. einer Wieſe, einen dichten Dampf in Geſtalt eines Nebels wahrgenommen,

men, welcher ſich gewöhnlich 7 bis 8 Fuß über den Boden erhob, mannichmal mehr, mannichmal weniger. Dieſe Art ſichtbarer Thau unterſcheidet ſich von dem unſichtbaren bloß in Anſehung der Quantität.

Außer dieſen beyden Arten von Thau hat le Roy noch eine dritte Art bemerkt, welche aber nur an wenigen Tagen des Jahrs beobachtet wird. Dieſe Art von Thau hat er nie auf ſolchen Pflanzen finden können, welche im trocknen Erdreiche ſtehen. Ueberhaupt, meint er, die Feuchtigkeit, womit die Pflanzen bedeckt ſind, ſey ſehr nahe der Feuchtigkeit der Stellen, wo ſie ſich befinden, proportional. Er hatte oft beobachtet, daß die Pflanzen auf ungleichartigem Boden da ſtark bethauet ſind, wo er niedrig liegt und feucht iſt; hingegen dieſelben Pflanzen, welche in einem ſandigen und trocknen wenige Fuß erhabenen Boden wuchſen, nicht die geringſte Feuchtigkeit beſaßen. Dieſe Beobachtungen erwieſen, daß dieſer Thau nicht aus der Luft komme. Le Roy glaubt, daß er von dem feuchten Boden aufſteige, und ſich an die Pflanzen lege. Seine Erfahrungen, welches dieſes beweiſen ſollen, ſind folgende:

Wenn man Glasſtücke, 1 oder 2 Zoll breit, über einem feuchten Erdboden legt, ſo wird man wahrnehmen, 1. daß ſie während des Tages mit keiner Feuchtigkeit überzogen werden, ſie mögen entweder an einem ſonnigen oder an einem ſchattigen Orte ſich befinden, 2. daß ſie in den Nächten, in welchen die dritte Art Thau beobachtet wird, mit Feuchtigkeit benetzt werden, da im Gegentheil diejenigen Glasſtücke, die auf trockenem Boden liegen, nicht die geringſte Feuchtigkeit beſitzen. Hieraus folge alſo, daß

daß ſich zur Nachtzeit eine Feuchtigkeit aus der Erde erhebe, die ſich an die Glasſtücke anlege; ſie lege ſich aber auch an die Pflanzen, wovon er ſich durch folgenden Verſuch überzeugte. Am 21ten April vor Sonnenuntergang legte er einige Grashalme auf ein Fadennetz, das über einen Ort, wo ähnliches Gras wuchs, gebreitet war; am folgenden Morgen, an welchem bloß die dritte Art Thau gefallen war, fand er nicht allein die auf dem Boden gewachſenen Pflanzen, ſondern auch die auf dem Netze liegenden Halme befeuchtet.

Wie ſich dieſer Thau von der Erde erhebe, erklärt le Roy auf folgende Art: 1. bey einer gleichen Menge Feuchtigkeit hängt die Größe der Ausdünſtung von der eigenen Wärme der Körper und der auflöſenden Kraft der Luft ab; ſie iſt der Intenſität beyder Urſachen proportional; 2. wenn die Luft nicht im Stande iſt, alles Waſſer nach dem Maaße, nach welchem es von einem Körper ausdunſtet, aufzulöſen, ſo bildet der nicht aufgelößte Theil allezeit einen Nebel, welcher ſich an die gegenwärtigen Körper anlegt, vorausgeſetzt, daß dieſe Körper um ein beträchtliches kälter ſind, als derjenige, von welchem der Dunſt ausgeht; 3. in einer Luft, deren auflöſende Kraft ſehr gering iſt, kann der Dunſt, welcher von einem Körper aufſteigt, bemerkt werden und die Körper benetzen, wenn er gleich in geringer Quantität zugegen iſt; da im Gegentheil ein viel ſtärkerer Dunſt unmerklich wird, und die Körper nicht naß macht, wenn die Luft eine ſtark auflöſende Kraft beſitzt. Dieſen vorausgeſetzten Principien gemäß iſt nun die Erklärung dieſe:

1. Die Luft iſt des Nachts viel kälter, als am Tage; wenn man dieſe Art von Thau beobachtet, ſo iſt ihr Wärmegrad beſtändig ſehr nahe dem Sättigungsgrade, ihre auflöſende Kraft aber iſt viel ſchwächer als während des Tages.

2. Die Erde erkältet ſich in der Nacht nicht ſo ſehr, als die Luft, ſo daß die Waſſermenge, welche von der Erde aufſteigt, ſich nicht in dem nämlichen Verhältniſſe vermindert, als die auflöſende Kraft der Luft geſchwächt wird.

3. Endlich erkälten ſich in der Nacht die Pflanzen oder das Glas, welche dieſer Ausdünſtung ausgeſetzt ſind, eben ſo ſehr wie die Luft, und folglich ebenfalls viel mehr, als die Erde, ſo daß der Dunſt, welcher ſich von ihr erhebt, ſich an dieſe Körper anlegen kann.

Dieſe Theorie glaubt er noch durch folgende Erfahrung beſtätigt gefunden zu haben. Er brachte wohl angefeuchtete Erde in einen Topf, und ſtellte eine Glasplatte einige Linien über dieſe Erde; dieſer Topf konnte ganze Tage lang in einem Zimmer ſtehen, ohne daß ſich ein einziger Tropfen Waſſer an die Glasfläche legte; der nämliche Erfolg hatte ſtatt, wenn auch der Topf einen ganzen Tag über der Sonne ausgeſetzt ward; ſobald aber die Sonne die Erde wohl erwärmt hatte, und der Topf alsdann an einen kalten Ort gebracht wurde, ſo überzog ſich die Glasfläche in wenigen Minuten mit Waſſertröpfchen.

Die Entſtehung dieſes Thaues beruht auf den nämlichen Gründen, wie die der übrigen beyden Arten. Wenn ſich nämlich die Luft in der Nacht bis auf den Sättigungsgrad erkältet, ſo fährt die Erde,

welche viel wärmer als die Luft iſt, fort, auszudunſten; dieſe aufgeſtiegene Feuchtigkeit kann aber von der Luft nicht aufgelößt werden, und muß daher in dem Zuſtande einer bloßen mechaniſchen Zertheilung verbleiben, oder, welches einerley iſt, einen Nebel bilden. Hieraus läßt ſich alſo leicht begreifen, daß ſich an den Tagen, wo Thau aus der Luſt fällt, diejenige Art von Thau bildet, welcher ſich wie ein Nebel über feuchte Felder erhebt. Hieraus iſt aber klar, daß dieſer Thau auf dieſelbe Art entſteht, als der andere, und bloß in Anſehung der Quantität von dieſem verſchieden iſt.

Dieſer Theorie zu Folge ſucht le Roy noch folgende Fragen zu beantworten:

1. Warum iſt der Thau in den niedriger liegenden und naſſen Gegenden viel häufiger, und warum findet man in dieſen oft dergleichen Thau, da in andern Gegenden gar keiner wahrgenommen wird? Derjenige Thau nämlich, welcher ſich von der Erde erhebt, hängt von einer Ausdünſtung ab, welche ihrer Feuchtigkeit proportional iſt.

2. Warum im Herbſte, Frühlinge und Winter der Thau viel häufiger iſt, als im Sommer? In dieſer letzten Jahreszeit iſt nämlich das Erdreich viel trockener; überdem glaube er auch beobachtet zu haben, daß im Sommer ein viel geringerer Unterſchied zwiſchen der Wärme der Luft am Tage und der in der Nacht ſey, als in den übrigen Jahreszeiten; dieſer letzte Umſtand iſt ſowohl der Erzeugung des Thaues, der von der Luft kommt, als auch desjenigen, der ſich von der Erde erhebt, entgegen.

3.

3. Warum der Thau bey ſtiller und heiterer Witterung ſo außerordentlich ſtark iſt, wenn der Wind von Süden, oder Südoſt, oder Südweſt wehet, und auf einen warmen Tag eine kühle Nacht folgt? Hier treten nämlich die Umſtände ein, bey welchen die Luft den Tag über mit Waſſer überladen und während der Nacht weit unter dem Sättigungsgrade abgekühlt wird.

4. Warum man gewöhnlich beym Nordwinde keine Art Thau beobachtet? Denn durch dieſen Wind erhält ſich der Wärmegrad der Luft während der Nacht weit über dem Sättigungsgrade, ſo daß die Luft fortfahren kann, das Waſſer aufzulöſen, und etwa bloß die dritte Art Thau ſtatt findet.

5. Was für ein Wärmegrad des Tags über, und was für ein Grad der Kälte in der Nacht erfordert werde, wenn Thau fallen ſoll?

Die Adepten hatten die Meynung gehegt, daß man aus dem Thaue ein allgemeines Auflöſungsmittel ziehen könne. Um dieſe Meynung näher zu prüfen, hob Muſſchenbroek Thauwaſſer in einer gläſernen Phiole 24 Jahre lang auf, und ließ es alle Winter frieren, ohne daß es ſeine Reinigkeit und Durchſichtigkeit verlor, oder ſeinen Geſchmack und Geruch änderte. Bergmann verſichert aber, vorſichtig geſammleter Thau komme an Farbe, Geſchmack und Geruch mit dem Regenwaſſer überein, zeige jedoch Spuren von Kochſalz und Salpeterſäure. Daher dürfe man ſich nicht wundern, daß das Gold bisweilen davon angegriffen werde, ob es gleich jetzt nicht mehr glücken wollte, das im Thau geſuchte allgemeine Auflöſungsmittel daraus zu erhalten.

Die

Die außerordentlich mannichfaltigen Geſtalten des Schnees ſind von Engelmann f), Nehemiah Grew, D. Langwith und Nettis g), Guettard h), Holmann i) und andern beſchrieben und abgebildet worden. Muſſchenbroek k) theilt die merkwürdigſten derſelben mit. Verſuche und Gedanken von dieſen verſchiedenen Geſtalten des Schnees hat vorzüglich Carl Wilke l) mitgetheilt, welche hier einiger Erwähnung verdienen. Als er einmal beſchäftigt war, Verſuche mit dem Gefrieren des Waſſers anzuſtellen, und dabey die Begebenheiten zu unterſuchen dachte, die ſich bey ſehr dünnen Waſſerhäuten zeigen würden, fiel er unter andern Mitteln, ſo dünne Waſſerhäutchen zu erhalten, auch auf die bekannte Art, Waſſer zwiſchen geſchliffene Glastafeln einzuſchließen, auch Blaſen von Seifenwaſſer zu machen, und ſolche der freyen Luft auszuſetzen. Der erſte Verſuch gelang ihm ſo gut, daß er zwiſchen den Tafeln das feinſte und ſchönſte Eisgewebe zu ſehen bekam, und die Seifenblaſen in kurzer Zeit zu harten Eiskugeln froren. Um das Gefrieren dieſer Blaſen genauer zu betrachten, ließ er ſie an dem Tobakspfeifenkopfe hangen, mit dem er ſie aufgeblaſen hatte, und brachte ſie damit an das offene Fenſter, da ſahe er dann die ganze Blaſe in einem Augenblicke mit

f) Het regt gebruyk der natuur beſchauwingen in een verhandeling over de ſneewfiguren. Haarlem 1747.

g) Philoſ. Tranſ. n. 92. n. 376. Vol. XLIX. P. II. p. 644.

h) Mém. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1762.

i) Comment. Goetting. T. III. p. 24.

k) Introd. ad philoſ. natur. T. II. Tab. LXI.

l) Abhandl. der ſchwed. Akad. der Wiſſenſch. B. XXIII. S. 3. der Ueberſ.

mit kleinen ſechseckigten Sternen erfüllt, welche völlig wie die ſchönſten Schneegeſtalten ausſahen, und der Blaſe das Anſehen einer Himmelskugel gaben, an welcher die Sterne frey an einander hin- und herſchwebten. Dieſer Verſuch reizte ſeine Neugier, beſonders als er am folgenden Tage fand, daß es nicht in ſeiner Gewalt ſtand, dieſe Geſtalten, ſo oft er wollte, hervorzubringen. Durch verſchiedene Verſuche und Beobachtungen entdeckte er endlich die Umſtände, welche erfordert werden, ſolche künſtliche Schneegeſtalten mit Sicherheit hervorzubringen. Das Verfahren iſt folgendes: in Brunnenwaſſer, Seewaſſer, oder am beſten in Schneewaſſer, wird ſo viel Seife aufgelöſt, als man davon mit dem Kopfe einer Tobakspfeife aufblaſen kann. Dieſe Vermiſchung ſetzt man zugleich mit der Pfeife der Kälte aus. Fängt nun das Waſſer zu gefrieren an, ſo iſt es die beſte Zeit, die Blaſen zu machen und die Schneegeſtalten an ihnen zu ſehen, man mag ſie nun an der Pfeife hängen laſſen, oder auf einen trocknen und kalten Körper fallen laſſen.

Wilke machte hiebey folgende Beobachtungen: die Geſtalten zeigten ſich zuerſt wie kleine Tüpfelchen, aber ſie nahmen augenſcheinlich zu und wurden ſo groß, daß mannichmal von einer einzigen die halbe Blaſe eingenommen ward. Sobald man ihre Bildung unterſcheiden konnte, ſchienen es kleine Sterne zu ſeyn, deren Strahlen alle aus vorerwähntem erſten Tüpfelchen, als aus einem Mittelpunkte, ausgiengen. Beym Zunehmen behielten ſie eben die Stellung und Richtung, obgleich dieſe erſten Hauptſtrahlen, deren gewöhnlich ſechs ſind, nachgehends von beyden Seiten nur kleinere Aeſte heraustrieben,

wo-

wodurch ſich der ganzen Geſtalt Anſehen nach und nach änderte. Sie ſchwammen frey und ledig für ſich auf der Blaſe, ſtiegen auf und nieder, und konnten ſich, wie kleine Waſſerräder, ſchnell um ihren Mittelpunkt drehen, wenn ein Waſſerbach, der von der Pfeife herabrann, ſie berührte. Zwey Sterne, die einander erreichten, hiengen zuſammen, und verwickelten ſich in einander mit ihren äußerſten feinen Spitzen, an den andern Seiten aber wuchſen ſie ungehindert fort. Wenn ihrer ſo viel, oder ſie ſo groß wurden, daß ſie die ganze Blaſe einnahmen, oder einen Ring über dieſelbe ſchloſſen, ſo ſprang die Blaſe in dem Augenblicke, und mannichmal, beſonders bey ſtarker Kälte, mit einem kleinen Platzen, das deutlich zu hören war. Sprang die Blaſe eher, als alle Geſtalten ſich zuſammen gehängt hatten, ſo ſchwammen einige dieſer kleinen Eistheilchen in der Luft wie Schnee. Sie ſanken langſam nieder, und ſtiegen zuweilen wieder aufwärts. Wenn man dieſe in der Luft ſchwimmenden Schneegeſtalten auf einem trocknen und kalten Körper ſammelte, beſonders auf Wolle, ſo waren ſie an den Rändern mit zarten Eisſpitzen umgeben, womit ſie ſich vermuthlich auf der Blaſe an einander hiengen. Zuweilen gelang es auch, daß man auf dieſe Art ſchöne ordentliche Schneegeſtalten erhielt, welche den natürlichen völlig ähnlich waren; aber meiſtens verurſachte die anhängende Feuchtigkeit, daß ſie nicht vollkommen waren.

Alle dieſe Figuren zeigten ſich auf der Blaſe deſto zarter, je dünner die Vermiſchungen und je beſſer die Seife aufgelößt war. Sie entſtanden in großer Menge, wuchſen ſchnell, und zerſprengten die Blaſe. Die dünnen Miſchungen, welche viel Waſ-

ſer enthielten, zeigten ſelten einige Figuren, ehe das Thermometer darin bis 0 gefallen war, und Eisſtrahlen ſich gezeigt hatten. Etwas dicke und zähe Miſchungen gaben gemeiniglich nicht ſo viele Figuren; da aber dieſe Blaſen länger dauerten, ſo konnte man die Figuren daran beſſer beobachten, ob ſie gleich nicht ſo klar waren. Sie wuchſen langſamer, kamen aber zum Vorſchein, wenn die Vermiſchung noch 6 ja 10 Grad Wärme hatte. Die Figuren änderten ihr Anſehen nicht, die Vermiſchung mochte dicker oder dünner ſeyn; dieß erhellte deutlich, wenn die Miſchung nach und nach gefror, da denn das Waſſer an den Rändern zu Eis ward, und die eingemiſchten Theile von ſich ſtieß, welche ſich in der Mitte ſammelten und mehr und mehr verdickten; demungeachtet bekamen die Figuren auf den Blaſen allemal einerley Anſehen, ob ihrer gleich nicht ſo viel, und ſie undeutlicher wurden. See- und vornehmlich Schneewaſſer gab die ſchönſten und deutlichſten Figuren; aber von Brunnenwaſſer wurden die Blaſen unreiner, und die Figuren undeutlich. Eben dergleichen Unterſchied verurſachten die Gattungen der Seife. Alicantenſeife und reine venediſche Seife gaben in Schneewaſſer aufgelößt die ſchönſten Geſtalten. Deutſche Seife gab, wenn ſie rein war, mehr oder weniger deutliche Geſtalten. Der Grad der Kälte machte keine Aenderung in dem Anſehen der Figuren, nur verurſachte er ſchnelleres oder langſameres Wachsthum. Eben die Miſchung hat bey 6, 10, 23 Grad Kälte immer einerley Geſtalten gezeigt. In freyer Kälte, zumal wenn der Wind auf die Blaſe ſtieß, entſtanden ſie ſehr geſchwind, und wuchſen ſchnell. In einem verſchloſſenen Orte gieng es langſamer zu, und gelang nicht, wenn nicht die Kälte deſto größer

war.

war. Am beſten war es, den Verſuch am offenen Fenſter anzuſtellen, weil man es nach Gefallen auf- und zumachen konnte. Ein kleiner aber nothwendiger Umſtand war, daß man auch das Rohr, womit die Blaſen gemacht wurden, kalt und ein wenig mit Eis überlaufen erhielt. Ehe die Vermiſchung eiskalt und ein wenig mit Eisſcheiben überdeckt iſt, kommen auf den Blaſen allerley unordentliche Eisſtrahlen und Blumen hervor, dieſe überziehen zuweilen die ganze Blaſe, daß ſie wie eine harte Eiskugel ausſieht. Dabey zeigt ſich eine Art Figuren, welche gleichſam ins Mittel zwiſchen jenen und den Sternen ſelbſt fallen. Sie ſind zuweilen allein an der Blaſe, gewöhnlicher aber mit einigen Sternen vermengt. Mannichmal ſehen dieſe Figuren wie kleine gerade Eisſtrahlen aus, die an den Enden ein wenig geſpalten ſind. Meiſt ſcheinen es vierſtrahlige Sterne zu ſeyn, deren Hauptſtrahlen in unterſchiedenen Winkeln zuſammengeſetzt ſind, doch iſt die gewöhnlichſte Stellung ſo, daß zwey Vertikalwinkel 60, und die übrigen 120 Grad betragen. Die vier Hauptſtrahlen ſind mit kleinen Spitzen ausgeziert, welche verurſachen, daß die ganze Figur einem ganzen Parallelogramm ähnlich wird. Sie nehmen alle zu, und behalten eben die Bildung, aber meiſtens ſinken ſie nach der Blaſe unterſten Theil, wo ſie geſammelt werden. Gleich nach dieſen Figuren, und oft zugleich mit ihnen, entſtehen die ſechsſtrahligen Sterne, deren aus einem Mittelpunkte ausgehende Strahlen eine vollkommen ordentliche Stellung in Winkeln von 60 Grad haben, gleich lang, und alle auf einerley Art mit kleinen Aeſten geziert ſind. Wenn man dieſe Sterne das erſtemal ſieht, ſo kann man an ihnen nichts anders, als ihre ſehr deutliche ſechseckige

Geſtalt ſehen. Zuweilen ſind alle Strahlen zugleich da, zuweilen kommen erſt drey oder vier, worauf ſich die übrigen zeigen und neben den vorigen wachſen, die Strahlen werden nach und nach länger, und treiben an beyden Seiten kleinere Aeſte, welche nach dem Maaße, wie ſie dichter, ſchneller und feiner werden, der Figur ein anderes Anſehen geben, ob ſie gleich an ſich immer einerley bleibt. Manche Figuren ſind ſo fein, daß man kaum ihre Stellung unterſcheiden kann. Sie ſcheinen zuweilen alle parallel vom Mittelpunkte auszulaufen. Mannichmal ſieht es aus, als giengen ſie mit einem Hauptſtrahle parallel, an andern Figuren ſind ſie gleichſam kreuzweis über einander gelegt, oft ſind ſie zwiſchen den Hauptäſten ausgeſpannt, und machen ſechseckige Ringe um der Figur Mittelpunkt. Dieſe Ungewißheit zeigt ſich am meiſten auf den Blaſen von Brunnenwaſſer und von Vermiſchungen mit deutſcher und anderer grober Seife; denn je unreiner die Seife iſt, deſto ungleicher werden die Figuren. Aber auf Blaſen von Alicantiſcher Seife und Schneewaſſer ſind die zarten Fäden ſo deutlich und vollkommen, daß man ſich wegen ihrer Stellung nicht irren kann. Die kleinern Strahlen gehen von den größern auf beyden Seiten heraus, und machen deutlich mit ihren Hauptſtrahlen Winkel von 60 Grad. Sie ſind im Anfange kurz und von einander abgeſondert, nach und nach aber gehen ſie ſo nahe zuſammen, daß ſie ein einziges Gewebe zwiſchen den großen ausmachen, welches am Ende eben ſo undeutlich wird, als das erſte. Nachdem dieſe zarten Fäden den ganzen Winkel zwiſchen den Hauptſtrahlen ausgefüllt haben, ſo iſt die Figur einem ordentlichen Sechsecke ähnlich.

Wenn

Wenn nun die Figur ausgefüllt und ein Sechseck aus ihr geworden iſt, ſo kommen weitere Veränderungen vor, von welchen aber Wilke nur einen kleinen Theil ausforſchen konnte. Er hat dabey gefunden, daß die Figur insgemein einen kleinen Rand um ſie macht, der mannichmal breiter, mannichmal ſchmäler iſt, allezeit aber ſtärker als die kleinern Aeſte. Die erſten Hauptäſte wachſen zuweilen aus dieſem Rande wie zuvor. Aber ſehr oft zeigt ſich kein ſolcher Rand, ſondern die Hauptſtrahlen bekommen am Ende zwey neue Aeſte, von welchen zwey kleinere Aeſte ausgehen. Die Figur bekommt auch ringsherum allerley Vermehrungen und Geſtalten, die er aber nicht auf das vollkommenſte hat erforſchen können. Ein beſonderer Umſtand iſt folgender, welcher beweißt, daß alle Figuren von einerley Art ſind. Die Figuren auf ungleichen Theilen der Blaſe ſind nicht alle von einerley Geſtalt. An dem unterſten Theile kommen eher, als die vorerwähnten vierſtrahligen Figuren, ſechsſtrahlige Sterne, deren kleinere Strahlen kurz und ungemein deutlich ſind. Nachdem ſie einige Größe erreicht haben, ſo halten ſie inne, und liegen unverändert auf der innern Fläche der Blaſe über dem da hangenden Waſſertropfen. Die auf dem mittleren Theile hervorkommen, haben merklich kleinere Strahlen, ſind aber zarter, und erleiden die vorerwähnten Veränderungen. Am obern Theile zeigen ſich ganz zarte Figuren, deren kleinere Aeſte faſt auf keine andere Art, als durch die Refraction des Lichts zu ſehen ſind, ob es gleich übrigens die ordentlichſten Sechsecke ſind; ſie ſind ziemlich klein, und wachſen da nicht merklich. Noch weiter hat er gefunden, daß die Figuren, welche mitten auf der Blaſe entſtehen, meiſtens aufwärts ſteigen, wenn ſie ſehr

fein ſind, ſich aber niederwärts ſenken, wenn die kleinern Aeſte deutlich und ſtark ſind. Dieſe liegen inwendig, aber die obern ſchwimmen außen auf der Blaſe, welches daraus erhellt, daß die Blaſe da gleichſam matt, ohne Spiegelglanz iſt. Die Figuren ſelbſt ſind auch, wenn die Blaſe bricht, matt auf der äußern, aber glänzend auf der andern Seite. Die Urſache dieſer Begebenheiten kömmt zum Theil auf die ſpecifiſche Leichtigkeit des Eiſes an, zum Theil auf die verſchiedene Dicke der Blaſe; denn die Blaſe iſt oben am dünnſten, unten am dickſten. Auch rührt es daher, daß dieſe Blaſen aus verſchiedenen über einander liegenden Schalen zu beſtehen ſcheinen. Wenn man die Blaſe, indem ſich die Figuren darauf zeigen, in wärmere Luft bringt, oder gelinde dagegen hängt, ſo ſchmelzen oder zerrinnen die Figuren, entſtehen aber von neuem, wenn die Blaſe hinlänglich kalt wird. Dieſes Schmelzen fängt an den äußerſten Rändern an, und man kann auf dieſe Art die Geſtalt der Figuren ändern, wenn man den Rand wechſelsweiſe aufthauen und wieder frieren läßt.

Aus dieſen Erfahrungen zieht Wilke folgende Schlüſſe:

1. Daß die Figuren auf Seifenblaſen alle von einer Art ſind, und wenn ſich Unterſchiede unter ihnen finden, ſie theils von Unvollkommenheiten in den Beobachtungen und Miſchungen, welche ſie mehr oder weniger deutlich machen, theils daher rühren, daß die Figuren nicht einerley Wachsthum und Vollkommenheit erreicht haben.

2. Die Haupturſache der Figuren komme darauf an, daß die Waſſertheile in einer gewiſſen Stellung gefrieren; die eingemengten Salze, Oele, Kalk

u. d.

u. d. gl. ſcheinen nur ſo viel hiebey zu thun, daß ſie, mit dem Waſſer vermiſcht, ſeine Theile von einander abſondern. In vorerwähnten Miſchungen ſind wohl keine andere, als kaliſche Salze und etwas Mittelſalz, welches im Waſſer hat ſeyn können, aber ſie ſind von verſchiedener Gattung und Feinheit. Wie gemeine Aſche, Potaſche, Sodaſalz, Weinſteinſalz u. ſ. w. mit Oelen und Fettigkeiten von verſchiedenen Arten aus Thieren und Pflanzen vermengt keine andere Veränderungen verurſachen, als diejenigen, welche auf einer und derſelben Blaſe zuweilen zugleich entſtehen, und beſonders keine Aenderung in der Zuſammenſetzung der größten und kleinſten Aeſte zu ſpüren iſt, ſo ſcheinen ſie auch nichts weiter, als auf die angezeigte Art, zu den Figuren beyzutragen.

3. Daß dieſe Schneefiguren, weil ſie den natürlichen ſo ſehr ähnlich ſind, die Natur und Abänderungen der letztern erläutern können; denn es ſey wahrſcheinlich, daß ſich in dieſen Miſchungen dasjenige befindet, was die Schneefiguren bilden kann, es mag nun bey genauerer Unterſuchung, was da will, gefunden werden.

Hiernächſt theilt Wilke Bemerkungen über die natürlichen Schneefiguren mit. Seinen Beobachtungen zu Folge hat er in Schweden vorzüglich folgende Schneegattungen wahrgenommen.

I. Einzelner Schnee, oder harte Eisrinde, die aus zarten Spitzen oder Nadeln beſteht. Dieſe Art Schnee findet ſich bey allen Schriftſtellern; in Schweden iſt ſie aber nicht ſo ſehr gemein, und findet ſich daſelbſt meiſtens im Herbſte und Frühjahre. Die zartern Spitzen ſind mannichmal durchſichtig, mannichmal weißlicht und meiſt an den Enden ſpitzig.

Sie fallen frey, jede für ſich allein, mannichmal aber in großen Klumpen geſammelt, ſelten in großer Menge, auch ſind ſie nicht oft mit andern Figuren vermengt, und nach ihnen folgen oft einige heitere Tage und Stunden.

II. Einzelner körnichter Schnee. Iſt nichts anders als zarte weißlichte Hagelkörner. Sie müſſen aber nicht mit einer andern Gattung verwechſelt werden, die ihnen ſehr ähnlich iſt, und aus abgebrochenen Stücken anderer Schneegeſtalten beſteht. Man findet ſie unter anderm Schnee; denn Stücke von andern Figuren können nicht eine beſondere Art Schnee genannt werden.

III. Einzelner cylindriſcher Schnee, fällt ſelten, befindet ſich unter anderm Schnee, fiel aber faſt den ganzen Vormittag am 10. Dec. 1760 allein. Dieſe kleinen Eiscylinder ſind von den Eisnadeln darin verſchieden, daß ſie gewöhnlich etwas ſpitzig und an beyden Enden wie platt abgeſchnitten ſind, oder eine kleine Grundfläche haben, auf welcher ſie aufgerichtet ſtehen können; bey genauerer Beobachtung hat Wilke gefunden, daß dieſe Grundfläche ein ordentliches Sechseck war. Sie ſind durchſichtig, und haben meiſtens der Länge nach laufende weißlichte Adern oder Luftblaſen.

IV. Zuſammengeſetzter Schnee mit Strahlen, die vom Mittelpunkte auslaufen, welche zuweilen alle in einer Ebene liegen, zuweilen in andern Stellungen zuſammengeſetzt ſind; die erſten finden ſich bey allen Schriftſtellern abgezeichnet. Von einigen werden ſie nach der Anzahl der Strahlen eingetheilt; als Wilke aber unter Millionen ſechsſtrahliger Geſtalten nicht über 4 oder 5 gefunden hatte, die mehr

oder

oder weniger als ſechs Strahlen hatten, ſo ward er dadurch veranlaßt, dieſes für Abänderungen der ſechsſtrahligen Sterne zu halten, welche er nach ihren kleinern Strahlen und ihrer Bildung folgender Maaßen abtheilt: 1. mit zarten kleinen Fäden, deren größere und kleinere Aeſte gerade und zart ſind, 2. blattartige, deren Hauptſtrahlen ſelbſt wie allerley Knoſpen und Blätter ausſehen, oder mit dergleichen geziert ſind; 3. eisartige Sechsecke, mit und ohne Ränder; 4. Figuren, welche mit einer oder mehr dieſer Gattungen eine Aehnlichkeit haben. Die Figuren, deren Strahlen nicht alle in einer Ebene liegen, ob ſie gleich aus einem Mittelpunkte gehen, ſind in Schweden, wenn es ſtark geſchneet hat, eben ſo gewöhnlich, als die erſten, und zuweilen hat man dergleichen allein. Selten findet man ſie recht vollkommen, gemeiniglich iſt Ein Strahl oder etliche abgebrochen. Es ſcheint auch, als lägen allezeit, wenigſtens recht oft, ſechs Strahlen in einer Ebene, worauf die übrigen aus dem Mittelpunkte aufgeſtellt wären. Er hat einmal eine ſehr ſchöne und ordentliche Figur von dieſer Gattung gefunden, welche außer den erwähnten ſechs Strahlen auf beyden Seiten drey hatte, die ungefähr in Winkeln von 60 Grad aufſtanden. Ueberhaupt erinnert er, daß man ſowohl dieſe, als andere Figuren, ſelten ſo ſchön und vollkommen findet, wie ſie bey den Schriftſtellern abgebildet werden. Unter tauſenden muß man nach einer ſuchen, die in allen Theilen vollkommen iſt; denn an allen Aeſten iſt eine kleine Veränderung, wenigſtens hat es ſich bey den meiſten ſo verhalten, die Wilke geſehen hat, zumal in den eisartigen Sechsecken und Blattgeſtalten, welche bewundernswürdig ordentlich ſind.

V. Zuſammengeſetzter Schnee; dieſer entſteht, wenn einige einzelne Gattungen zuſammengeſetzt werden. Deutliche Gattungen davon, die Wilke beobachtet hat, ſind folgende: 1. zuſammengeſetzte Eisnadeln, welche ſich mit ihren dünnen Enden ohne Ordnung und regelmäßige Stellung zwey und mehrere zuſammenſetzen; 2. zuſammengeſetzte Cylinder und Sechsecke, ſind vielleicht einerley Gattung mit dem cylindriſchen Schnee ſelbſt, da ihre Grundflächen deutliche Schneefiguren ſind, oder ſie laſſen ſich als zwey vermittelſt eines kleinen Eiscylinders an ihren Mittelpunkten zuſammengeſetzte Sechsecke anſehen. Wilke hat nur zweyerley ſolchergeſtalt zuſammengeſetzte Figuren gefunden, nämlich Sechsecke, und blätterige Figuren; ſo oft er ſolche geſehen hat, ſind beyde Figuren allemal von der Art geweſen, aber zuweilen von verſchiedener Größe. Dieſe Figuren ſind zuweilen ſo klein und zart, daß man ſie kaum ſieht, man findet ſie aber leicht, wenn der Cylinder auf eine ebene Fläche fällt, da denn die Figuren machen, daß er ein wenig darüber erhoben liegt. Zuweilen ſind dieſe Cylinder ſo klein und kurz, daß man ſie kaum merkt, da denn auch die Figuren auf einander zu liegen ſcheinen; 4. freye Hagelkörner mit dünnen Strahlen oder einer feinen Wolle umgeben, das Korn iſt mannichmal groß, und die Strahlen ſind lang, meiſtens aber ſind ſie ſehr klein und zart. Alle dieſe Arten finden ſich meiſtens unter anderm Schnee, zumal in den zuſammengeſetzten Nadeln, welche er allein gefunden hat, mit freyen Spitzen und andern Figuren vermengt.

VI. Reifſchnee, iſt ſehr gewöhnlich. Er entſteht aus allen vorerwähnten Schneearten, wenn ſol-

che mit wäſſerigen Dünſten wie mit Reif überzogen werden, wodurch ſie dick und undeutlich werden. Allen einzelnen Schnee hat Wilke ſo überzogen geſehen. Die Sechsecke ſind auch oft überzogen, und ſelten ohne dieſen Zierath. Der Reif ſitzt zuweilen nur um die äußerſten Spitzen, aber meiſtens iſt die ganze Figur damit umgeben, davon ſie denn dick und undeutlich wird. Dieſe feſt gefrornen Dünſte hängen ſich zuweilen nur an eine Seite der Figur, wie ein röhrichtes Eis, an, und haben viel Streifen und Adern, daher die Figur eine kegelförmige oder cylindriſche Geſtalt bekommt. Das Sechseck zeigt ſich auch deutlich an dem einen Ende ganz vollkommen und rein. Dieſer Schnee fällt ſelten in Menge, bisweilen allein, aber meiſt unter anderm Schnee, und da beſchließt er das Schneyen und iſt etwas kalt.

In der Fortſetzung der Unterſuchung von den Schneegeſtalten m) unterſucht Wilke zuvörderſt, wie die Schneegeſtalten entſtehen. Es iſt unläugbar, ſagt er, daß ſie aus Waſſerdünſten, die in der Luft ſchweben, entſtehen. Die Wolke ſey durch und durch nichts weiter, als eine Vermiſchung von Luft und Waſſer, und habe eine Aehnlichkeit mit den Seifenmiſchungen, in welchen das Waſſer mit andern Dingen, als: Salze, Oele, Kalk, u. ſ. f. vermengt iſt. In der Wolke ſey zwar nichts weiter als Luft bey dem Waſſer, in den Seifenmiſchungen aber ſeyen mehrere Dinge darunter gemiſcht, jedoch ließen ſie ſich beyde wie Aufloͤſungsmittel betrachten, in welchen die Waſſertheilchen ſchwebten, aufgelößt wären, von ein-

m) Abhandl. der ſchwed. Akad. der Wiſſenſ. B. XXIII. S. 89. der Ueberſ.

einander abgeſondert und gehindert würden, einander ſo nahe und in ſo großer Menge zu berühren, wie im reinen Waſſer geſchähe. Die Theile des reinen Waſſers nämlich widerſtänden nach bekannten Verſuchen unüberwindlich aller Zuſammenpreſſung, und ſchienen unmittelbar an einander zu liegen. Das erſte Nachdenken führe uns auf die Vermuthung, das Waſſer möge wohl in der Luft ungefähr eben ſo gefrieren, wie in ſolchen Miſchungen, und die Verſuche mit den Seifenblaſen zeigten uns, dieſe Aehnlichkeit ſey größer, als man ſich anfangs vorſtellen ſollte.

Wenn das Waſſer zu Eis friere, ſo fange es nicht, wie verſchiedene andere flüſſige Materien, zuerſt an, dick zu werden und zu gerinnen, ſondern es verwandle ſich plötzlich aus einem flüſſigen Weſen in ein feſtes. Dieſe Veränderung fange an der äußern Oberfläche an, und gehe hineinwärts, nicht ſo, daß ſich eine gleich dicke Schale etwa über und über bilde, ſondern von gewiſſen Stellen ſchöſſen gleiche Strahlen aus, die oft plötzlich ſichtbar würden, wüchſen, kleinere Aeſte trieben, ſich vermehrten, und die ganze Maſſe des Waſſers auf allen Seiten mit einem Netze oder Gewebe bedeckten, das endlich durchgehends ausgefüllt und zu einer dichten Rinde werde. Betrachte man jeden Eisſtrahl für ſich, ſo laſſe ſich ſein Wachsthum, nachdem er einmal ſichtbar geworden ſey, mit Augen ſehen, daher es auch ſehr wahrſcheinlich werde, daß er vom erſten Anfange an ſolchergeſtalt gewachſen, und daß ſein erſter Anfang ein Punkt ſey, von welchem die Eisſtrahlen auslaufen. Dieſes zeige ſich ebenfalls und wohl noch deutlicher auf den Seifenblaſen, wo die Schneefiguren ebenfalls

von einem kleinen Punkte zu wachſen anfangen, und von da aus ihre Strahlen über die Blaſe verbreiten. Fange alſo unter allen dieſen Umſtänden das Gefrieren von einem einzigen Punkte an, und breiteten ſich die Eisſtrahlen von demſelben aus, ſo ſey zu vermuthen und ſo gut als ausgemacht, daß es ſich mit den Waſſerdünſten in der Luft eben ſo verhalte, wenn ſie zu Schneegeſtalten gefrieren. Die Wolken fangen an, in verſchiedenen Punkten hier und da zu gefrieren. Von dieſem erſten Mittelpunkte breiten ſich Strahlen nach allen Seiten ringsherum aus, wachſen, und machen mehrere kleinere Strahlen, indem andere Waſſerdünſte daran gefrieren. Die Aehnlichkeit mit dem angeführten Verſuche mache es glaublich, daß alle Strahlen geradlinicht ſeyen, und die herauskommenden Figuren aus lauter geraden Eisfäden beſtehen, wie die, die in reinem Waſſer und in den künſtlichen Schneegeſtalten gefunden werden, und daß dieſe Bildung in ſehr kurzer Zeit vor ſich gehe und faſt nur einen Augenblick erfordere.

Dieſer Gedanke von der Art, wie die Schneegeſtalten in der Luft entſtehen, ſey der Natur ſo wenig entgegen, daß ihn vielmehr Verſuche beſtätigten, die alle Aufmerkſamkeit verdienten. Aber es ſey ſchwer auszumachen, ob die Schneegeſtalten, wenn ſie aus den Wolken kommen, gleich an dieſer Stelle ihre vollkommene Bildung und Größe haben, oder ob ſie beym Niederfallen noch mehr Aeſte und Wachsthum annehmen. Wilke iſt geneigt, zu glauben, daß das erſte ſtatt findet, ob er gleich das letzte nicht gänzlich ausſchließen will, ſo lange die Figuren in ihrer Wolke in der Vermiſchung fallen, wo ſie entſtanden ſind. Ehe ſie aber heraus kommen,

müſſe

müſſe wohl ihr Wachsthum vollendet ſeyn, wenigſtens ſo weit ſie ordentlich ſind. Denn es könnten wohl die Waſſerdünſte in einer kalten und ſtillen Luft mehr Kälte annehmen, als zum Gefrieren erfordert werde, ohne wirklich zu gefrieren, plötzlich aber in Schneefiguren zuſammenſchießen, wenn die Luft, welche ſie trage, von einem anſtoßenden Winde, oder von andern Urſachen, welche ſie zuſammendrucken oder ausdehnen, plötzlich erſchüttert würde. Dieſe ſeine Meynung beſtätigte ſich noch dadurch, daß die Schneegeſtalten während ihres Falles gewiſſe Veränderungen erleiden, die ſich deutlich unter dem Falle ereignet haben, und zeigen, daß ſich die Dünſte bey einer ſchon fertigen Schneegeſtalt auf eine unordentliche Art anhängen. Sie ſind auf allen Seiten voll kleiner Eisſpitzen, die ſich ohne Ordnung an allen Seiten anſetzen; ſo werden ſie mit Dünſten wie mit einem Reife überzogen, und bekommen allerley kleine Eisgeſtalten, die alle hinzu gekommen ſind, nachdem die Figur ſchon vollendet war; denn ſie ſcheint zuweilen mitten unter allen dieſen Geſtalten ihre ordentliche Bildung zu haben, und muß daher zuvor fertig geweſen ſeyn. Es kann indeſſen der Wolke oberer Theil gefrieren, ohne daß der untere zu Schnee wird, und da können die herabfallenden Figuren noch darin wachſen. Auf den hohen Bergen in Peru ſchneet es, wenn tiefer hinunter Regen fällt, und dieſes iſt allen Bergen gemein, deren Spitzen über die Schneegränze hinaus gehen.

Hiernächſt führt Wilke etwas von den Urſachen an, woher die ordentliche Bildung des Schnees rühre, und warum er die ſo gewöhnliche ebene Geſtalt zeige, die man größtentheils an ſelbigem trifft.

Er bemerkt zwar, daß er dieſe Frage ſo wenig aufløſen könne, als jemand anders, allein das hindere doch nicht, etwas davon anzuführen. Unterſucht man, ſagt er, die Wirkungen der Natur beym Gefrieren des Waſſers mit Aufmerkſamkeit, ſo findet man 1. daß das Waſſer und alle Dünſte in kleinen Strahlen und gleichen Fäden gefrieren; 2. daß ſich dieſe zarte Fäden allemal nach gewiſſen Winkeln und Stellungen an einander ſetzen. Wer mit den Wirkungen der Natur nur ein wenig bekannt iſt, der iſt überzeugt, daß ſie bey unzähligen Abänderungen doch gemeiniglich ein gewiſſes einziges, allgemeines und beſtändiges Geſetz beobachtet, welches oft ſo verwickelt iſt, daß man es nur mit Mühe erforſchen kann; aber wenn es einmal am Tage liegt, ſo zeigt es eine ſchöne Einfachheit in ſeiner weit erſtreckten Wirkung. Sollte die Natur nur bey den Eisſtrahlen nicht ſo regelmäßig ſeyn? Vermuthlich eben ſo ſehr! Und es befindet ſich hier ein beſtändiger Winkel, oder eine Stellung, nach welcher die Eisfäden, oder eigentlicher zu reden, die Waſſertheile, die in zarte Fäden gefrieren, ſich zuſammenſetzen. Das Waſſer hat bey dieſer ſeiner Anſchießung in Kryſtallen eben ſo ordentliche und regelmäßige Stellungen, wie alle Salze u. d. gl., welche gewiſſe Geſtalten annehmen, wenn ſie ſich in größere Haufen ſammlen. Dieſes Geſetz des Gefrierens zu erforſchen, iſt die Sache fleißiger Beobachtungen. Dadurch hat man gelernt, daß ſich die Eisfäden in Winkeln von 60 Grad an einander ſetzen, daß es aber auch in Winkeln von 30 und 120 Graden geſchieht.

Die Urſache von der flachen Bildung der ſechsſtrahligen Sterne ſey eine Aufgabe, die man lieber ſtill-

ſtillſchweigend übergehen, als mit bloßen Muthmaßungen aufzulöſen bemüht ſeyn ſollte. Seine Seifenblaſen würden eine brauchbare Erfindung für diejenigen ſeyn, die alle Waſſerdünſte für Bläschen hielten, allein das ſey nicht bewieſen. Er glaube, es ſey darin eine mehr verborgene Mechanik zu finden, ob wir gleich noch auf keine Verſuche gekommen wären, welche dieſe Erſcheinung deutlich erklärten. Wilke glaubte aus verſchiedenen Beobachtungen hiebey das Geſetz folgern zu können, daß Waſſer, welches in ſeine Zwiſchenräume mehr Luft genommen habe, als es natürlicher Weiſe enthalte, oder deſſen Theile mehr von einander geſondert ſind, gern zu platten Scheiben gefriert. Die Waſſerdünſte in der Luft befinden ſich in denſelben Umſtänden. Hieraus ſucht Wilke die Verſchiedenheit der Schneegeſtalten zu erklären:

1. Das Geſetz des Gefrierens, und die größere oder geringere Menge der Waſſerdünſte, ſind die erſte Urſache, warum die Schneetheilchen ſo mannichfaltige Geſtalten haben. Das Waſſer nämlich und die wäſſerigten Dünſte, wenn ſie ſich in Eis verwandeln, bilden allezeit gleich zarte Fäden oder Strahlen, welche ſich vom erſten Anfange an in Winkeln von 60 und 120 Graden zuſammenſetzen, oder aus einem Punkte in ſolchen Stellungen ausſchießen. Sollen nun nach dieſer Regel Strahlen von einem Punkte ausgehen, ſo können ſie in einer einzigen ebenen Fläche, oder wie Halbmeſſer einer Kugel liegen. Im erſten Falle ſind folgende Figuren möglich: ſechsſtrahlige, deren ſechs Strahlen Winkel von 60 Graden einſchließen; dreyſtrahlige, welche Spitzen in 120 Grade gegen einander geneigt haben, und vierſtrahlige,

wo

wo zwey Scheitelwinkel 120 und zwey 60 Grad betragen. Von dieſen drey Gattungen hat Wilke Beyſpiele ſowohl auf Seifenblaſen, als beym natürlichen Schnee, gefunden, doch mit dem Unterſchiede, daß eine gemeiner als die andere iſt. Die ſechsſtrahligen hält er für die einzigen vollkommenen.

Daß die größere oder geringere Menge der Waſſerdünſte etwas zur Verſchiedenheit der Schneefiguren beytragen könne, werde niemand bezweifeln. Von dieſen erſten Urſachen rühren folgende Schneearten her. Wenn zarte und dünne Dünſte gefrieren, ſo entſtehen daraus kleine zarte Nadeln oder harte Eisſpitzen, oder feine Körner, die ſich in einen körnigten lockern Schnee zuſammenhängen. Iſt die Wolke waſſerreicher, ſo können größere Figuren entſtehen, welche theils platt ſind, theils mehr Strahlen aus einem Mittelpunkte haben. Alle dieſe Figuren haben das Merkmal, daß ihre Strahlen gleich, und ſehr fein ſind. Es ſind auch die größten unter allen, und ſie haben zuweilen drey bis vier Linien im Durchmeſſer. Sie fallen nur bey kalter und trockener Luft, und ſind die, aus welchen vermuthlich alle übrigen entſtehen. Wenn ein ſtarker Schneeſturm kömmt, ſo zeigen ſie ſich nicht eben gleich im Anfange, ſondern nachdem es eine Zeitlang geſchneyet hat, aber zuweilen fallen ſie auch allein, wie am 12. Februar 1761, wo ſie ſo groß und fein waren, als Wilke ſie nie zuvor geſehen hatte. Sie ſind den Figuren auf den Seifenblaſen ſo vollkommen ähnlich, daß zwiſchen ihnen gar kein Unterſchied wahrzunehmen iſt. Alle dieſe Umſtände beſtätigten Wilken's Vermuthung, daß dieſes die erſte Geſtalt iſt, welche die Schneefiguren bekommen, wenn ſie aus den Wolken fallen.

2. Das Schmelzen und Gefrieren der Schneefiguren während ihres Falles iſt die zweyte Urſache ihrer Verſchiedenheit. Fallen nämlich die gebildeten Schneetheilchen durch eine Luft, welche zuweilen warm iſt und ſie ſchmelzt, zuweilen kalt iſt und die halbgeſchmolzenen wieder in Eis verwandelt, zuweilen ungefrorne Waſſerdünſte enthält, die ſich daran hängen, auch mit andern Sachen, Salzen u. d. gl. welche außerdem Veränderungen verurſachen, vermengt iſt, ſo läßt ſich leicht vorausſehen, daß ſich die erſten und wahren Schneefiguren ſelten unverändert zeigen werden und die Mannichfaltigkeit ſo groß ſeyn muß, ſo vielfach dieſe Urſachen, der Menge, der Stärke und Verbindung nach, ſeyn können, ſolche verſchiedene Veränderungen hervorzubringen.

3. Das Anfrieren neuer Waſſerdünſte und ſelbſt das Zuſammenfrieren der Figuren iſt die dritte Urſache, von welcher neue Geſtalten entſtehen. Denn es iſt möglich, daß in derſelben Wolke, in welcher Schneefiguren entſtehen, noch viel Waſſerdünſte ungefroren bleiben, und ſich nachgehends an die Figuren hängen. Auch können die Figuren bey ihrem Fallen an ſolche Dünſte treffen, welche dann erſt an die Figur anſchießen, wenn ſie hindurch geht. Auch zeigt ſich das Zuſammenfrieren der Figuren in der Zuſammenſetzung der feinen Eisnadeln. Denn trockenes Eis befeſtiget ſich nicht an anderes trockenes Eis; hat aber das Eis eine wäſſerige Oberfläche, ſo können die Eisſtücke und Strahlen zuſammenfrieren. Hieraus läßt ſich die Meynung derjenigen widerlegen, welche glauben, alle Schneegeſtalten entſtünden aus dieſen gleichen Eisfäden, wenn ſie kreuzweis über einander fielen, und an einander gefroren. Wilke glaubt,

glaubt, daß zwölfſtrahlige Sterne, achtzehnſtrahlige oder achtſtrahlige, wenn man dergleichen finde, daher entſtehen, daß andere Figuren zuſammenfrieren.

4. Auch das Ausdünſten der Schneefiguren kann eine Urſache ſeyn, neue Veränderungen in ihrer Geſtalt hervorzubringen. Denn Schnee iſt nur ein feineres Eis, und wird daher eben ſo gut durch die Ausdünſtung verzehrt, ſo daß er zuweilen innerhalb einiger Tage allein aus dieſer Urſache verſchwindet. Aus dieſer Urſache verzehren ſich die Schneefiguren dergeſtalt, daß man in einem Schnee, der nur einen oder zwey Tage gelegen hat, ſelten einige ordentliche Geſtalten antrifft. Da nun die Luft hiebey als ein Auflöſungsmittel wirke, ſo ſey unläugbar, daß dieſe Veränderung, wenigſtens in einem geringern Grade, in den Schneefiguren vorgehen müſſe, die aus hohen Wolken herabfielen. Ihre zarten Fäden könnten von der Kälte dergeſtalt geſchwächt und gleichſam durch eine trockene Schmelzung aufgelößt werden, daß ſie aus einander fielen, und ihre erſte Geſtalt verlöhren.

5. Außer dieſen angeführten Urſachen, von welchen die Mannichfaltigkeit der Schneefiguren herrührt, hat Wilke nachher [n]) noch den ungleichen Grad der Kälte, welchen die Waſſerdünſte zuvor in der Luft angenommen haben, angegeben. Daher fallen an ein und demſelben Orte zu verſchiedenen Zeiten ſo unähnliche Geſtalten; aber in jedem einzelnen Schneeſchauer ſind ſie ähnlich, außer daß ſie ſich, wenn er eine

n) Abhandl. der ſchwed. Akad. der Wiſſenſch. B. XXXI. S. 104. f. der Ueberſ.

eine Zeitlang dauert, nach und nach ändern. Ferner bemerkt er, daß die kleinſten Figuren nicht allezeit Ueberbleibſel, ſondern wirkliche Anfänge größerer und vollkommener Figuren ſind. Was die kleinen runden Scheibchen insbeſondere betrifft, ſo finden ſich ſolcher vermuthlich oft eine große Menge in der Luft, weil dieſes Eis nur Eiskälte zu ſeiner Bildung erfordert, die bey großen Bildungen theils allemal vorhanden iſt, theils folgt. Aber außerdem zeigen beym natürlichen Schnee nicht nur alle größere Sterne in ihrem Mittelpunkte Merkmale dieſes ihres erſten Urſprungs, ſondern man findet auch oft ſolche Scheibchen, ſowohl einzeln, als in größern Figuren zuſammengeſetzt, aus der Luft fallend. Ließen ſich nicht, fragt er noch, aus dieſen auf einer Seite rundlichen Eisſcheibchen, welche in einer ſtillen Luft wie im Waſſer eine wagrechte Stellung annehmen, und das Licht ſowohl brechen als zurückwerfen, gewiſſe Lufterſcheinungen erklären? z. B. die vertikal von der Sonne ausgehenden nicht ungewöhnlichen Säulen u. d. m.

Wilke ſucht hieraus folgende beym natürlichen Schnee vorfallende Umſtände zu erklären: warum viel Schnee oft mit Wind und Sturm kommt? Weil die kalte anſtoßende Luft die Urſache dieſer Bildung iſt. Warum die Kälte oft nachläßt, wenn es ſchneet? Das Schneen erwärmt die Luft, wie das Anſetzen des Eiſes das Waſſer. Warum die Kälte nach Schnee oft größer wird? Die kalte Luft, welche den Schnee verurſachte, fängt nun an für ſich allein zu herrſchen u. d. m.

Ein anderes fürchterliches wäſſeriges Meteor ſind die ſogenannten Waſſerhoſen, Waſſerſäulen, Wetterſäulen, Seehoſen, Waſſertrompeten. Man verſteht

ſteht hierunter diejenige Erſcheinung, bey welcher ſich eine ſtärkere oder ſchwächere Waſſerſäule in Form eines umgekehrten Kegels oder Sprachrohrs mit Geräuſch von einer Wolke herab gegen das Meer erſtreckt, bisweilen auch umgekehrt eine aus dem Meere emporſteigt, von einem Orte zum andern fortruckt, ſich in einem Wirbel dreht, und auf den Schiffen, oder, wenn ſie das Meer verläßt, auf dem feſten Lande große Verwüſtungen anrichtet. Auch auf dem Lande entſtehen zuweilen, wiewohl ſeltener, dergleichen Wetterſäulen oder Wetterwirbel, wobey ſich entweder die herabgeſtreckte Wolke oder die erhobene Säule von Staub, Sand und Erde mit ſchnellen Wirbeln fortbewegt, und Häuſer, Bäume, nebſt allem, was ſie ſonſt auf ihrem Wege antrifft, mit ſich fortreißt und zerſtört. Eine Beſchreibung dieſes Meteors findet ſich ſchon in den ältern Zeiten; neuere ſehr merkwürdige in Dampier's Reiſen [o]), und in den philoſophiſchen Tranſactionen [p]), aus welchen ſie bey Muſſchenbroek [q]) und Bergmann [r]) genommen ſind; ferner in den Abhandlungen der Pariſer und ſchwediſchen Akademie der Wiſſenſchaften [s]), und aus

o) Voyage round the world in der Collect. of Voyages. Lond. 1729. 8. Vol. I. p. 452. Vol. III. p. 182.

p) Vol. XXII. num. 270. p. 805. Vol XXIII. num. 277. p. 1077. Vol. XXVIII. num. 428. p. 78. Vol. XLVI. n. 493. p. 248. Vol. LXVII. p. 477.

q) Introduct. ad philoſ. natur. T. II. Tab. LX.

r) Phyſikal. Beſchreibung der Erdkugel a. d. Schwediſchen. Greifsw. 1780. 8. Th. II. Taf. I. fig. 3.

s) Hiſt. de l'Acad. des ſc. 1727. p. 4. 1741. p. 20. 1764. p. 32. Schwed. Abhandl. B. II. 1750. S. 285.

aus dieſen zuſammengetragen bey Franklin [t]). Von Wetterwirbeln auf dem Lande finden ſich ähnliche Beſchreibungen in den philoſophiſchen Transactionen und den Pariſer Memoiren [u]), auch von Dryſhout [x]) und Boscowich [y]).

Die Waſſerſäule hat oft mehrere Toiſen, bisweilen über 50, im Durchmeſſer, und breitet ſich oben gegen die Wolke trichterförmig aus. Wenn ſie aus dichtem Waſſer beſteht, ſo iſt ſie durchſichtig; meiſtentheils aber inwendig hohl, und von außen mit einer Menge zertheilter Tropfen umgeben, die rings um ſie einen Regen verbreiten, durch den ihr Anſehen trübe und dunkel wird. Das Meer ſcheint unter ihr aufzuwallen und einen Rauch von ſich zu geben, welcher nach der Säule zu in die Höhe ſteigt. Ihre Stellung iſt bisweilen lothrecht, bisweilen ſchief oder krummlinigt. Ihre Dauer iſt ſehr verſchieden; oft verſchwindet auch eine, und es kommen ſofort an eben demſelben Orte andere wieder. Beccaria führt auch an, daß ſich die Waſſerhoſen zerſtreueten, wenn man ſcharfe Meſſer oder Degenklingen daran brächte.

Muſſchenbroek erklärt die Waſſerhoſen ſo, wie die Wetterwirbel auf dem Lande, aus dem Zuſammentreffen zweyer entgegengeſetzter Winde, welche eine

t) Exper. and obſervat. on electricity. Lond. 1769. 4. p. 231. ſqq.

u) Philoſ. Tranſ. Vol. XXIII. n. 281. p. 1248. n. 284. p. 1331. Vol. XXX. n. 363. p. 1097. Hiſtoir. de l'Acad. des ſcienc. de Paris. 1725. 1727. 1758.

x) Haarlemer Verhandlingen. III. Deel. p. 321.

y) Beſchreibung eines merkwürd. Wetterwirbels in Rom, im Hamb. Magaz. B. X. S. 523.

eine Wolke zwiſchen ſich comprimiren, einen Theil derſelben zu Waſſer verdichten, und dieſes ſchnell im Wirbel umtreiben. Faſt dieſelbe Erklärung giebt Andoque [z]), nur nimmt dieſer nicht entgegengeſetzte, ſondern parallele Winde an, welche eine Wolke zwiſchen ſich faſſen.

Beccaria [a]) aber ſuchte dieſe Erſcheinung mit vieler Wahrſcheinlichkeit von der Elektricität herzuleiten. Er bemerkt, daß ſich die Waſſerhoſen gemeiniglich in Monaten ereignen, wo ſich Gewitter einzufinden pflegen; wie denn auch gemeiniglich Blitz, Regen oder Hagel vor denſelben vorher zu gehen, damit begleitet zu ſeyn, oder darauf zu folgen pflegen. Bisweilen habe man weißliche oder gelbliche Flammen mit einer ungemeinen Geſchwindigkeit dabey umherfahren geſehen. Endlich ſey die Art, wie ſie ſich endigten, demjenigen vollkommen gleich, was etwa von der Verlängerung einer elektriſch gewordenen Wolke nach der See zu erwartet werden könne, indem das Waſſer und die Wolke einander wechſelſeitig anziehen; denn ſie ziehen ſich plötzlich zuſammen, und zerſtreuen ſich faſt auf einmal; die Wolke ſteigt in die Höhe, und das Waſſer unter derſelben fällt wieder in eine gerade Linie mit der See. Die Aehnlichkeit zwiſchen den Erſcheinungen der Waſſerſäulen und der Elektricität könne dadurch ſichtbar gemacht werden, wenn man einen Waſſertropfen an einen mit dem erſten Leiter communicirenden Drath hänge, und ein Gefäß mit Waſſer darunter ſtelle. Unter dieſen Umſtän-

z) Hiſtoire de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. 1727.

a) Elettriciſmo artific. e natur. p. 213.

Umſtänden nehme der Tropfen alle verſchiedene Erſcheinungen einer Waſſerſäule, ſowohl bey ihrem Entſtehen als auch in Anſehung der Form und des Verſchwindens, an. Es fehle dabey nichts, als der Rauch, welcher vielleicht eine große Stärke der Elektricität erfordere, wenn er ſichtbar ſeyn ſoll.

Auch Wilke b) ſieht die Waſſerſäule als eine Art vom großen elektriſchen Kegel an, der zwiſchen der ſtark elektriſch gewordenen Wolke und der See oder dem Erdboden entſteht. Er ſucht dieſe ſeine Meynung durch folgende Erſcheinung, die ihm vorgekommen iſt, zu beſtätigen. Am 20ten Jul. 1758 beobachtete er, daß eine ſehr große Menge Staub von der Erde in die Höhe ſtieg, und ein Feld nebſt einem Theile der Stadt, wo er ſich damals befand, bedeckte. Zu derſelben Zeit wehete nicht der geringſte Wind, und der Staub bewegte ſich ſanft nach Oſten, wo eine große ſchwarze Wolke zum Vorſchein kam, welche, da ſie ſich ſeinem Scheitelpunkte näherte, ſeine Geräthſchaft poſitiv elektriſch machte, und zwar in einem ſo ſtarken Grade, als je durch natürliche Elektricität geſchehen war. Dieſe Wolke gieng über ſeinen Scheitelpunkt hinweg, und zog ſich allmählig nach Weſten; der Staub folgte ihr alsdenn, und ſtieg immer höher und höher, bis er endlich eine dicke Säule in Geſtalt eines Zuckerhuts darſtellte, und zuletzt die Wolke zu berühren ſchien. Nicht weit davon kam eine andere große Wolke nebſt einem langen Strome von kleinern Wolken herbey, welche ſich ſchneller als die vorhergehende bewegten. Dieſe Wolken machten ſeine Geräthſchaft negativ elektriſch,

b) Anmerk. über D. Franklin's Briefe. p. 348.

triſch, und als dieſelben der poſitiven Wolke nahe kamen, fuhr ein Strahl durch die Staubwolke, durch die poſitive und negative Wolke, und, ſo viel ſich wahrnehmen ließ, auch durch den ganzen Zug der kleinern negativen Wolken hindurch. Hiernächſt verbreiteten ſich die negativen Wolken, und löſeten ſich in Regen auf.

Sechſtes Kapitel.

Meynungen und Entdeckungen ſolcher Erſcheinungen, welche von den von ſelbſt erfolgenden Miſchungsveränderungen organiſcher Körper abhangen.

Die ſo wichtige Naturoperation, die Gährung der organiſchen Körper, iſt lange Zeit nach Stahls Unterſuchungen hierüber keiner weitern Nachforſchung unterworfen worden. Stahls Nachfolger, Neumann, Junker und andere, welche ſeine Lehrſätze angenommen hatten, waren in dieſelben Irrthümer, als Stahl, gefallen. Nur einige Bemerkungen und Verſuche haben einige Phyſiker und Chemiker über dieſen Gegenſtand gemacht, ohne daß ſie im Stande waren, richtige Begriffe von der Gährung überhaupt und ihrer verſchiedenen Arten zu geben, geſchweige denn eine richtige Theorie feſtzuſetzen.

Hales [c]) glaubt, daß, wenn man die Gährung in dem zu ſeiner Zeit gewöhnlichen Sinne nehme, man nicht ſagen könne, die Flüſſigkeiten der Thiere

c) Vegit. Statiks.

re und Pflanzen wären in ihrem geſunden Zuſtande in Gährung begriffen; wenn man aber unter Gährung alle mögliche Grade der innern Bewegung der flüſſigen Materien verſtehe, ſo müſſe man auch zugeben, daß ſie in dem geſundeſten Zuſtande der thieriſchen und vegetabiliſchen Körper ſtatt finde, weil ihre Flüſſigkeiten ſowohl ſchwefelichte als elaſtiſche Theile in großer Menge beſäßen. Wollte man nicht zugeben, daß die Pflanzen und Thiere bey ihrem Leben keinem Gährungsproceſſe unterworfen wären, ſo könne man mit demſelben Rechte ſchließen, daß ſie gar keine Wärme beſäßen.

Was die Fäulniß betrifft, ſo hatte ſchon der berühmte Kanzler Bacon angerathen, ſie einer nähern Prüfung zu unterwerfen, weil ſie die einzige Operation ſey, die verborgenſten Geheimniſſe der Natur zu entdecken. Dieſe Bemerkung hatte dem D. Pringle[d]) Veranlaſſung gegeben, beſonders da er Gelegenheit fand, faulende Krankheiten in großer Anzahl zu behandeln, ſieben Abhandlungen über die ſeptiſchen und antiſeptiſchen Mittel in der Geſellſchaft der Londner Akademie abzuleſen. In der erſten Abhandlung zeigt er, daß die faulenden Subſtanzen nicht alkaliniſch betrachtet werden müſſen; die alkaliſchen Salze beförderten keinesweges die Fäulniß, und es gebe auch ſehr wirkſame antiſeptiſche Mittel, bey welchen man keine Spur eines Alkali wahrnehme. Man finde ſehr leicht, daß der ſeröſe Theil des in Fäulniß übergegangenen menſchlichen Bluts beynahe gar

d) Some experim. on ſubſtances reſiſting putrefaction in den Philoſ. Tranſ. n. 495. 496. Einige Verſuche mit Materien, welche der Fäulniß widerſtehen, von Pringle; in Hamb. Magaz. B. X. S. 300. f.

gar keine Spur eines Alkali zeige; denn der Veilchenſyrup werde davon weder grün, noch brauſe er mit dem Vitriolſpiritus. Man glaube gemeiniglich, daß die thieriſchen Subſtanzen, welche nach der Fäulniß einer Deſtillation unterworfen würden, ſogleich eine große Menge flüchtiges Salz gäben; allein dieß finde nur beym Urin ſtatt; und der ſeröſe Theil des verdorbenen menſchlichen Bluts gebe in der Deſtillation keinen alkaliſchen Liquor, oder einen ſolchen, welcher mit einer Säure brauſe, wie ſchon Boyle wahrgenommen habe. Der Urin hingegen, welcher eine ſo große Menge Alkali liefere, ſey auch unter allen faulenden Subſtanzen am wenigſten ſchädlich.

Die tägliche Erfahrung überzeuge uns hinlänglich, daß die flüchtigen Salze nicht ſchädlich wären, man möge ſie äußerlich oder innerlich gebrauchen; aber man ſey beſtändig geneigt zu glauben, daß ſie die Fäulniß beförderten, nicht allein in verſchiedenen Arten von Krankheiten, ſondern auch beym äußerlichen Gebrauche. Die Wirkungen, welche vom innern Gebrauche der flüchtigen Salze erfolgen, ſeyen zu ſehr zuſammengeſetzt, als daß man daraus etwas ſicheres beſtimmen könne. Pringle brachte verſchiedene Theile vom menſchlichen Blute in deſtillirten Weineſſig und in Hirſchhorngeiſt, und nachdem er dieſe Infuſionen während eines Monats mitten im Sommer beobachtet hatte, fand er die vom Hirſchhorngeiſte ein wenig veränderter als die vom Weingeiſte. Er vermiſchte in einer Phiole eine und eine halbe Unze zu gleichen Theilen Ochſengalle und Waſſer mit 100 Tropfen Hirſchhorngeiſt, und in einer andern Phiole die nämliche Quantität Galle ohne flüchtigen Geiſt; beyde ſetzte er einer Wärme aus, die

der

der Wärme des menſchlichen Körpers gleich war; der Liquor in der letztern Phiole wurde in weniger als zwey Tagen faul, während der andere nicht die geringſte Veränderung erlitten hatte.

Hierauf übergoß er zwey Quentchen Ochſenfleiſch mit zwey Unzen Waſſer und einem halben Quentch. Hirſchhornſalz. In eine andere Phiole brachte er eben ſo viel Fleiſch und Waſſer mit einer doppelten Menge Meerſalz; und endlich in eine dritte Phiole dieſelbe Quantität Waſſer und Fleiſch, aber ohne Salz. Achtzehn Tage nachher, da die Infuſionen beſtändig einer Wärme von 100 Grad nach Fahrenh. ausgeſetzt geweſen waren, fand ſich das Gemiſch in der letzten Phiole verdorben; einige Stunden darauf wurde auch die andere Miſchung faul; aber das Fleiſch mit dem flüchtigen Alkali blieb beſtändig unverändert. Ein anderesmal brachte er drey Stücke Ochſenfleiſch in drey verſchiedene Töpfe, die beyden erſtern waren bedeckt mit Sägeſpäne und Kleye, und das dritte mit Hirſchhornſalz. Jene wurden in kurzer Zeit an der Sonnenwärme faul, das letztere aber erhielt ſich in demſelben Zuſtande länger als ein Jahr.

Aus dieſen und mehreren andern Erfahrungen ſchloß Pringle, daß die flüchtigen Salze die Fäulniß der thieriſchen Subſtanzen verhindern, und zwar auf eine weit wirkſamere Art, als das gemeine Salz; und man hat Grund zu vermuthen, daß ſie dieſelbe Wirkung innerlich gebraucht hervorbringen.

Auch hat Pringle verſchiedene Verſuche mit fixen Alkalien angeſtellt, und dieſe nicht weniger antiſeptiſch gefunden, als die flüchtigen Alkalien. Verbindungen mit Säuren und Alkalien widerſtanden

der Fäulniß nicht ſo ſehr, als jede Subſtanz einzeln genommen. Im allgemeinen widerſtanden aber die Neutralſalze weniger, als gewiſſe reſinöſe Subſtanzen.

Nachher hat Pringle verſucht, das verdorbene Fleiſch wieder in den vorigen Zuſtand zurückzubringen, ohne ſeine Zuflucht zu den deſtillirten Geiſtern oder den Säuren zu nehmen, welche vermöge ihrer Natur viel zu ſcharf und reizbar ſind, als daß man ſie zu dieſer Wirkung anwenden könnte. Es gelang ihm, dieſes durch eine Infuſion mit Kamillenblumen zu bewerkſtelligen; er hatte nämlich in dieſen Liquor zwey Quentch. verdorbenes Fleiſch gebracht, welches ſtank und ſpecifiſch leichter war als Waſſer; es erlangte nach und nach ſeine natürliche Conſiſtenz wieder, ſo daß es ſich ein ganzes Jahr hindurch unverändert erhielt.

Ferner ſtellte Pringle Verſuche mit dem Gelben vom Ey, mit der Leber, und mit dem ſeröſen Theile des Bluts an, um zu ſehen, ob dieſelben Subſtanzen, welche der Fäulniß des Fleiſches entgegen waren, denſelben Effekt bey dieſen Materien zeigten; er fand wirklich, daß ſie dieſelben ebenfalls erhielten, aber nicht in demſelben Grade; der Salpeter z. B., welcher die größte antiſeptiſche Kraft beym Fleiſche hatte, zeigte in dieſem Falle die geringſte u. ſ. f.

In der dritten und vierten Abhandlung unterſucht Pringle diejenigen Subſtanzen, welche die Fäulniß befördern. Bisher war man der Meynung geweſen, daß alle fixe und flüchtige Alkalien die Fäulniß beſchleunigten, welches aber Pringle durch ſeine bisherigen Erfahrungen widerlegt hatte. Dagegen fand er zu ſeiner Verwunderung, daß 20 oder 30 Gran Krebsaugen oder präparirte Kreide zu einer gewiſ-

wiſſen Quantität Fleiſch und Waſſer gethan nicht allein die Fäulniß beſchleunigten, ſondern auch ſo heftig machten, daß dadurch die Speiſe in wenigen Tagen in eine rotzartige Maſſe verwandelt ward; das ſonderbarſte war noch dieß, daß das Meerſalz, welches in einer Quantität von 1 oder ½ Quentch. gebraucht ein ſo bekanntes antiſeptiſches Mittel iſt, in kleiner Doſe angewandt, z. B. 10 Grän zu zwey Quentch. Fleiſch und 2 Unzen Waſſer, die Fäulniß beförderte und augenſcheinlich vermehrte. Auch fand Pringle, daß mehligte Speiſen, z. B. ein Dekokt von Gries u. ſ. f. die Fäulniß nicht verzögerten, ſogleich aber ſiſtirten, wenn eine Säure hinzugethan wurde.

In den folgenden Abhandlungen führt Pringle noch eine Reihe von Erfahrungen auf, aus welchen folgt, daß die thieriſchen Subſtanzen, welche zur Fäulniß geneigt ſind, das Vermögen beſitzen, eine Gährung in den mehligten Stoffen zu erregen. Der verdorbene Speichel zeigt die nämliche Wirkung; aber in ſeinem natürlichen Zuſtande ſcheint er die Eigenſchaft zu beſitzen, die Fäulniß der Speiſen zu verhindern, und ihre Gährung und Erzeugung der Luft in den erſten Wegen zu mäßigen. Er mache die Gährung viel langſamer und weniger heftig, obgleich der berühmte Stahl behauptet habe, daß der Speichel die Gährung befördere. Zuletzt ſchließt er aus dieſer Theorie, daß nur ſehr ſtarke Perſonen von der Pflanzennahrung allein leben können, und daß ſie ſich nie ſowohl befinden und ſo lange leben, als diejenigen, welche ſich von thieriſchen und vegetabiliſchen Subſtanzen nähren.

In

In der ſechſten Abhandlung unterſucht er diejenigen Subſtanzen, welche die Gährung der Speiſen beſchleunigen oder verzögern, und vermehren oder vermindern. Aus ſeinen Erfahrungen folgert er, daß die Geiſter, die Säuren, die bittern, aromatiſchen und die antiſcorbutiſchen Pflanzen die Gährung verzögern. Aber die Galle hat ganz entgegengeſetzte Wirkungen von denen der bittern Gewächſe. Die Krebsaugen, die Auſterſchaalen, und das Meerſalz in geringer Quantität, befördern und vermehren die Gährung; das Kalkwaſſer befördert weder dieſelbe noch verzögert ſie, ſo wie die Fäulniß; daher ſcheint es, daß die nährenden animaliſchen Stoffe die vorzüglich wirkſamſten Mittel der Gährung im Magen ſind.

Die ſiebente Abhandlung enthält endlich Erfahrungen und Beobachtungen über die Fäulniß des Bluts und anderer animaliſcher Stoffe. Pringle hat gefunden, daß der rothe Theil des Bluts beſonders genommen eine weit ſtärkere Neigung zur Fäulniß zeigt, als der ſeröſe Theil, und daß die Kruſte, welche ſich in hitzigen Krankheiten darauf bildet, unter allen Subſtanzen am ſtärkſten zur Fäulniß geneigt iſt.

Pringle's Erfahrungen hat vorzüglich Shaw[e]) mit der größten Genauigkeit wiederholt, und dieſelben mit anderen vermehrt, welche hier aber anzuführen zu weitläuftig ſeyn würde.

Macbride[f]) hat dieſen Gegenſtand noch weiter verfolgt. Nach ſeiner Meynung iſt die Urſache der

e) Chemical lectures, franz. überſetzt unter dem Titel: Eſſai pour ſervir à l'hiſtoire de la putrefaction. à Paris. 1766. 8.

f) Experimental eſſays. Lond. 1764. 8. Dav. Macbride

der Fäulniß in der Entweichung der ſogenannten fixen Luft zu ſuchen, wovon bereits im dritten Kapitel das nöthigſte angeführt iſt.

Da alle thieriſche Subſtanzen zur Fäulniß viel geneigter ſind, als die vegetabiliſchen, ſo haben einige Aerzte und Chemiker, z. B. Boerhaave und Macquer, vermuthet, daß der Uebergang der vegetabiliſchen Subſtanzen und Nahrungsmittel in thieriſche durch eine Art von unvollkommener Fäulniß geſchehe.

Die bisher angeführten Bemerkungen betreffen bloß die mächtige Naturoperation, welche bey der faulen Gährung vorgeht, und man hatte hiebey vorzüglich die Abſicht, zu unterſuchen, was für Wirkungen verſchiedene materielle Stoffe auf kranke menſchliche Körper äußern könnten und würden, um ſie alsdenn als mediciniſche Mittel anwenden zu können. Was aber das ganze Gährungsgeſchäft betrifft, ſo blieb Stahls Werk das einzige ſeiner Art, und niemand unternahm es, etwas anders an ſeine Seite zu ſetzen, bis endlich Johann Chriſt. Wiegleb [g]) das Geſchäft der Gährung in einer ganz neuen Anſicht darſtellte. Er ſetzt voraus, daß alle organiſche Körper nach ihrer innern Miſchung aus ſehr verſchiedenartigen Theilen, nämlich aus höchſt flüchtigen, elaſtiſchen, flüſſigen, klebrichten, auflößlichen und feſten Grundmaterien, von der Natur auf eine

bride's durch Erfahrung erläuterte Verſuche über verſchiedene Vorwürfe. a. d. Engl. durch Conr. Rahn. Zürch 1766. 8.

g) Neuer Begriff von der Gährung und den ihr unterwürf. Körpern. Weimar 1777. 8.

eine unnachahmliche und unbeſchreiblich mannichfaltige Art zuſammengeſetzt und genau mit einander verbunden ſind. Ihr organiſcher Bau aber ſcheine den in ihnen befindlichen häufigen elaſtiſchen Grundmaterien ſehr zu widerſtehen und zu verhindern, daß ſie nicht gegen ihre Beſtimmung daraus entweichen, und überhaupt, daß dieſe Körper bis zu dem beſtimmten Endzweck ihres Daſeyns dauern und aufbehalten werden können. Daher komme es nun wohl, daß, ſobald ihr organiſcher Bau zerſtört und die darin befindlichen Miſchungen von dem Widerſtande befreyet werden, ſie auch in ihrer Art nicht länger dauern können, der Ausbruch der elaſtiſchen Materien alſobald anfängt, und dadurch die weitere Scheidung der übrigen Miſchungen von einander Stufenweiſe erfolgt, wenn ſolcher Zerſtörung nicht anderweitige Gränzen geſetzt werden.

Es gebe daher verſchiedene Körper ſolcher Art, welche nach vorgegangener Verſetzung in einen flüſſigen Zuſtand, bey geringer Wärme an freyer Luft, in eine gewiſſe innere Bewegung gerathen, und dabey in ihrer natürlichen Miſchung eine ſtarke Veränderung erleiden. Dieſer Vorgang und Wirkung werde Gährung genannt.

Nachdem nun Wiegleb ſehr vielfältige genaue Beobachtungen angeſtellt und dabey alle Begriffe der Vorfahren bey Seite geſetzt hatte, ſo erkannte er endlich die Gährung für eine aus eignen natürlichen Kräften erfolgende allmähliche Aufſchließung eines Körpers, der aus gewiſſen von einander verſchiedenen gemiſchten Theilen beſteht, und für eine dadurch von ſelbſt erfolgende Scheidung deſſelben in verſchiedene ſeiner unähnlichen Theile, nachdem der Körper zuvor

in einen flüſſigen Zuſtand gebracht worden iſt. Die Gährung ſey daher der gerade natürliche Weg zur gänzlichen Zerſtörung gewiſſer Körper, nachdem ſie aus ihrer natürlichen Beſchaffenheit und in einen flüſſigen Zuſtand gekommen ſind.

Es habe aber die Kunſt Mittel gefunden, einer ſolchen angefangenen fortſchreitenden Zerſtörung, nach gewiſſen Perioden, Einhalt zu thun, um einige Beſtandtheile ſolcher Körper, die auf dieſem Scheidungswege aus ihrer vorigen Verbindung zum Vorſchein kommen, zu anderweitigem Gebrauch davon abſondern zu können.

Sollen aber die Körper in eine Gährung kommen, ſo müſſen ſie nothwendig erſt in einen flüſſigen Zuſtand verſetzt werden. Hiernächſt erfolgt bey mäßig warmer Luft eine ſichtbare ſehr gelinde innere Bewegung, die ſich durch kleine aufſteigende Luftbläschen mit einem kleinen Geräuſch, wie auch durch einen ſtark und flüchtig riechenden Geiſt ſinnlich zu erkennen giebt. Ja es fangen auch hiebey dergleichen Körper nach und nach ſich ſelbſt zu erheben an, und ſchwellen auf. Dieſe ſichtbare innere Bewegung aber fängt aus eigenen natürlichen Kräften des gährenden Körpers an, und dauert ſo lange fort, als dieſes Vermögen währt; worauf alsdann die Flüſſigkeit in ihre vorige Ruhe kommt, und dieſe Gährungsart beendigt iſt. Während dieſer innern Bewegung, und ſogleich mit deren Anfang, geht in dem im flüſſigen Zuſtande ſich befindenden Körper eine merkliche Veränderung vor. Denn obgleich eine ſolche Flüſſigkeit vorher ſehr hell und durchſichtig ſeyn kann, ſo wird ſie doch nach und nach trübe werden, aus allen Orten Luftbläschen nach der Oberfläche nebſt einem ela=

elaſtiſchen flüchtigen Dunſt treiben, und endlich erdige und ſchleimige Theile ober- oder unterwärts von ſich ausſcheiden. Ferner entdeckt ſich nunmehr auch in der endlich wieder hell gewordenen Flüſſigkeit der bekannte ätheriſche brennbare Geiſt und eine offenbare Säure durch den Geruch, die beyde durch die Deſtillation daraus abgeſchieden werden können. Aus dieſen Erſcheinungen, ſagt Wiegleb, kann man nun wohl nichts anders erkennen, als daß hiebey eine Scheidung des gährenden Körpers in verſchiedene ſeiner unähnlichen Theile vorgegangen ſey.

Es wird aber durch ſolche Scheidungsart der gährende Körper nicht in alle ſeine Beſtandtheile zerlegt; ſondern es werden der Erfahrung nach nur einige ſeiner einander unähnlichen Beſtandtheile, nämlich der brennbare Geiſt und die Säure, durch die Entweichung der elaſtiſchen Luft, welche ſo ſinnlich erkannt wird, aus ihrer vorigen genauen Verbindung gebracht, und zur anderweitigen Abſcheidung geſchickt gemacht, bleiben aber dabey dennoch unter einander gemiſcht, bis die Abſcheidung durch künſtliche Unterſtützung erfolgt. Die übrigen gröbern Miſchungen deſſelben Körpers aber, die keine ſolche flüchtige Theile beſitzen, bleiben in dem noch unvollkommen geſchiedenen Rückſtande unzerſtört übrig. Endlich iſt auch noch zu bemerken, daß dieſe Scheidung nicht auf einmal im ganzen Körper, ſondern nur allmählig und in einer gewiſſen Zwiſchenzeit erfolgt.

Wiegleb glaubt daher nicht, daß durch oder während der Gährung etwas Neues entſtehe, oder aus den vorher aufgelößten Theilen zuſammengeſetzt werde, was zuvor nicht in demſelben Körper geweſen wäre,

wie man vormals der Meynung geweſen ſey. Er hält ſich vielmehr überzeugt, daß durch und während der Gährung nichts weiter geſchieht, als eine bloße Entwickelung der vorher mit einander verbundenen Theile, die nun leichter von einander abgeſondert, und zu einem beſtimmten anderweitigen Gebrauche ſinnlich zum Vorſchein gebracht werden können. Hätte man die Gährung, fährt er fort, für nichts anders als eine bloße freywillige Aufſchließung der zuſammen verbundenen auflößlichen Miſchungen der organiſchen Körper erkannt, ſo würde man gar keine Urſache gehabt haben, über das Geheimnißvolle dieſer Operation ſich zu beſchweren. So lange aber freylich der uneingeſchränkte Begriff von der Entſtehung neuer Subſtanzen unſere Augen verkleiſtert habe, wäre es nicht möglich geweſen, daß der Nebel der Vorurtheile hätte zerſtreuet, und der wahre Erfolg der Gährung in ſeinem unverfälſchten Lichte erkannt werden können.

Hiernächſt beobachte man aber auch, daß ſich nicht alle Körper in der Gährung auf einerley Art verhalten, ſondern von verſchiedenen Erſcheinungen begleitet werden, auch nach deren Vollendung ganz verſchiedene Dinge zum Vorſchein bringen.

Es liefern nämlich alle ſüße ſaftige Früchte überhaupt, imgleichen alle Getreidearten, hierdurch geiſtvolle weinigte Flüſſigkeiten, und gähren mit häufigen aufſteigenden Luftbläschen, Geräuſch und mit einem ausfahrenden elaſtiſchen flüchtigen Dampfe. Und nach dieſer geendigten Periode geht in eben dieſen Körpern noch eine andere von jener verſchiedene Art der Gährung, oder vielmehr eine andere fortſchreitende Scheidung, ohne ausfahrende und aufſteigende Luftbläschen,

jedoch immer noch mit Bemerkung eines flüchtigen elaſtiſchen Dunſtes ohne merkliche Bewegung in der Flüſſigkeit fort, wobey alsdann eine Säure zum Vorſchein kommt. Wird aber hernach der immer fortſchreitenden Scheidung, durch Entziehung der freyen Luft, nicht Einhalt gethan, ſo geht auch endlich in derſelben Flüſſigkeit die letzte Scheidung und die eigentliche gänzliche Zerſtörung der noch übrigen unter allen am haltbarſten geweſenen Miſchung vor; und dieſe wird von einem üblen Geruch begleitet und die Fäulniß genannt. Daraus erhellet alſo, daß dieſe Körper zu einer dreyfachen Art von Gährung geſchickt ſind, oder vielmehr, daß die Gährung in dieſen Körpern von einer dreyfach verſchiedenen Erſcheinung begleitet werde.

Dagegen gehen andere Körper gleich nach veranlaßter innerer Bewegung und Aufſchließung gerades Weges in ſaure Gährung, und dann in Fäulniß über; können aber in keine geiſtige Gährung gerathen.

Es giebt aber auch noch andere Körper, die weder in eine geiſtige noch ſaure Gährung gebracht werden können, ſondern bey einer veranlaßten Gährung gerades Weges in Fäulniß übergehen; worunter manche ſchleimige Gewächſe, vornämlich aber die allermeiſten thieriſchen Theile gehören.

Hieraus erkenne man nun ganz deutlich, daß es eigentlich drey verſchiedene Arten von Gährung gebe, wenn man nämlich nach den verſchiedenen Erſcheinungen und vorkommenden Dingen, die dabey bemerkt würden, urtheile, obgleich die Wirkung an und für ſich ſelbſt in allen Fällen einerley, nämlich eine freywillige natürliche Scheidung, bleibe; an wel-

chem Unterſchiede aber einzig und allein die Körper ſelbſt, die dieſer Wirkung überlaſſen werden, Schuld ſind.

Stelle man nun über dieſen Punkt eine Unterſuchung der vor allen andern zur Gährung geſchickten Körper, z. B. der ſaftigen Früchte, Getraidearten, Heſen, Sauerteig, Honig, Zucker, Roſinen und anderer mehr, an, ſo finde man bey der chemiſchen Bearbeitung, daß ſich in ihnen eine vorzügliche Menge Luft verkörpert aufhält. Dieſe Beobachtung verbreite ſchon ein helles Licht über jene Erſcheinung dieſer Körper, wenn in ihnen die Gährung veranlaßt worden iſt. Denn hiebey fangen dieſe Körper an, ſich merklich in die Höhe zu heben, und ſteigen wohl oft gar über das Gefäß hinaus, wenn daſſelbe mit der gährenden Materie etwas zu weit angefüllt worden iſt. Daraus erkenne man doch wohl ſehr deutlich, daß in derſelben Miſchung ein ſich ausſpannender Körper befindlich ſeyn müſſe, der hier vermöge ſeiner Wirkſamkeit durchzubrechen und ſich in Freyheit zu ſetzen ſuche; und daß ſolcher nichts anders, als eine in dem innern Weſen des gährenden Körpers verſchloſſen geweſene Luft ſeyn müſſe, verſicherten uns ſchon hier unſere Sinne, wenn wir auch durch die chemiſche Unterſuchung von ihrer wirklichen Gegenwart in dieſen Körpern zum voraus nicht überzeugt werden könnten.

Nach Wiegleb's Vorſtellung befindet ſich die Luft in ſolchen Körpern mit der elementariſchen Feuermaterie verbunden, daraus der während der geiſtigen Gährung ausbrechende bekannte prickelnde elaſtiſche Dunſt beſtehe; denn es ſey ihm nicht bekannt, daß bloße reine Luft durch Natur und Kunſt in einen ſolchen

chen Zuſtand gebracht werden könne, daß ſie einen ſo flüchtigen beißenden Geruch oder Geſchmack erlangte, wie man es doch an dem unter der geiſtigen Gährung ausbrechenden Dunſte ſinnlich bemerke. Dagegen ſey es von der ganzen atmoſphäriſchen Luft unläugbar, daß ſie faſt zu allen Zeiten eine große Menge von der theils unmittelbar von der Sonne ausſtrömenden, theils aus den zerſtörten Körpern weichenden allgemeinen Feuermaterie in ſich nehme und mit ſich verbinde. Wer ſollte aber wohl zweifeln, daß die Luft unter dieſer Beſchaffenheit, eines Nebenanfanges, mit in die Zuſammenſetzung der Körper eingehen könnte? ſo wie es auch von ihr bekannt genug ſey, daß ſie mit dem aufgenommenen Waſſer auf ähnliche Art verbunden in die organiſchen Körper unaufhörlich eingeführt werde.

Dennoch wolle er gern über dieſen Punkt nachgeben, ſo viel bleibe aber immer unläugbar gewiß, daß hier ausbrechende Luft vorhanden ſey. Könnte man es beweiſen, daß die ſtechende oder prikkelnde Eigenſchaft der verkörpert geweſenen und nun ſo eben in Ausdehnung begriffenen Luft hinzukomme, und daß ſie bloß reine Luft ſey, ſo laſſe er es ſich gern gefallen. Allein er wiſſe nicht, daß die ſogenannte fixe Luft, die durch Säuren aus den alkaliſchen Salzen und auflößlichen Erdarten getrieben werde, eben dieſelbe Eigenſchaft haben ſollte, als diejenige, die unter einer wahren Gährung entwickelt werde. Und wenn dieſes auch ſeyn ſollte, ſo wäre dennoch erſt durch überzeugende Verſuche darzuthun, daß in beyden Fällen die Luft ſich in einem ganz reinen und unvermiſchten Zuſtande befinde.

Ferner entdecke man in dieſen Körpern, die zur Gährung geſchickt ſind, ſalzig-ſchleimige Theile, welche ſich in den allermeiſten dieſer Körper durch Einweichung oder Auskochung ſchon vor der Gährung ſehr deutlich erkennen ließen; ſo wie ſie auch nach deren Vollendung offenbar zum Vorſchein kämen.

Eben ſo gewiß finde man auch eine Säure in ihnen vorhanden, die bey chemiſcher Unterſuchung durch die Deſtillation im freyen Feuer davon abgeſchieden und alſo bewieſen werden könne, daß ſolche auch nach vollbrachter Gährung noch gegenwärtig befunden werde. Den öligten Beſtandtheil, den man bey der gewaltſamen Bearbeitung mit Feuer zugleich erhalte, ziehe er in keine Erwägung, weil ſolcher eigentlich unter die angeführte ſchleimige Miſchung als weſentlicher Beſtandtheil gehöre.

So viel könnten wir nach den bekannter Maaßen angenommenen eigentlichen Scheidungsoperationen von den wahren Beſtandtheilen der zur Gährung geſchickten Körper erkennen, in ſo fern wir in ihnen den Grund der Gährung ſelbſt aufſuchen wollten, ſo lange man die Gährung für keine Scheidungs-Operation ſelbſt annehme. Wenn wir aber in der Beobachtung fortführen und erwägten, daß der angenehme Geruch des Obſtes aller Art, den man noch beſſer an dem friſch ausgepreßten Obſtſafte bemerke, der ſich auch ſogar unter der damit angeſtellten Gährung nicht verändere, als in ſo weit, daß er nur immer ſtärker und freyer zum Vorſchein komme, mit dem Geruche des bloßen Weingeiſtes, den man aus dem vergohrnen Moſte erlange, die größte Aehnlichkeit habe; wenn man ferner an den beſondern ätheriſchen balſamiſchen Geruch gewiſſer Gewächſe, worin doch kein

kein ätheriſches Oel entdeckt werden könne, z. B. der Lindenblüthen, imgleichen des Birkenlaubes, gedenke, und ſich erinnere, daß auch Marggraf aus den erſtern Blüthen ohne allen Zuſatz einen wahren Weingeiſt vermittelſt der Gährung gezogen habe; ſo gebe uns dieß den wahren Aufſchluß von Boerhave's ſpiritus rector, und wir müßten alle Beweiskraft unſerer Sinne verläugnen, wenn wir daraus nicht erkennen wollten, daß auch der ätheriſche brennbare Geiſt, der nach der Gährung aus dieſen Körpern erhalten werde, einer von ihren wahren Beſtandtheilen ſey, und bereits vor der Gährung in ihnen enthalten ſeyn müſſe.

Eben dieſer ätheriſche brennbare Geiſt könne zwar bekannter Maaßen auf keine andere Art als vermittelſt der Gährung aus ſolchen Körpern zum Vorſchein gebracht werden; dieß berechtige uns aber noch gar nicht, ſeine Erſcheinung zum Vortheil einer alten tief eingewurzelten grundfalſchen Hypotheſe als ein vor der Gährung nicht vorhanden geweſenes, hier aber erſt neu erzeugtes Weſen anzuſehen, aus dem ſeichten Grunde, weil ohne Gährung derſelbe Geiſt aus dieſen Körpern nicht dargeſtellt werden könne. Wie falſch und trüglich dieſer Grund ſey, ſehe man aus der erwieſenen und erkannten Wahrheit, daß auch das überaus ſtark riechende flüchtige Alkali in den trockenſten unriechbarſten Knochen nach ſeinem ganzen Weſen, als ein wahrer Beſtandtheil derſelben, befindlich ſey; ohnerachtet ſich ſolches durch den bloßen Geruch gar nicht, durch gewiſſe kunſtmäßige Behandlungen nur deſſen Gegenwart, durch Hülfe des Feuers aber daſſelbe nach ſeiner ganzen Menge, als darin vorhanden, entdecken laſſe. Eben ſo gewiß ſey auch

der ätheriſche brennbare Geiſt aus oben angeführten Gründen ein weſentlicher Beſtandtheil jener Körper, aus welchen er durch die Gährung erhalten werde, und liege ſchon ſicherlich ſeinem ganzen Weſen nach in ihnen verborgen, wie die übrigen ausgeſchiedenen Miſchungen, die hiernächſt mit zum Vorſchein kämen; ſo wie es auch demnach nicht erwieſen werden könne, daß derſelbe, nach einer bloßen willkührlichen Meynung, unter und während der Gährung neu erzeugt werde. So gewiß alſo die ausbrechende Luft, die Säure, und die übrige ſchleimig-erdige Miſchung in dieſen Körpern befindlich ſey und daraus geſchieden werden könne, eben ſo gewiß befinde ſich auch der ätheriſche brennbare Geiſt in dieſen zuſammen verbundenen Miſchungen ſchon vor der Gährung im natürlichen Zuſtande.

Weil aber dieſer Geiſt mit der ganzen Miſchung eines ſolchen Körpers feſt verbunden ſey, und doch eine ſo überaus flüchtige Natur beſitze, ſo ſey es ganz unmöglich, daß er durch die übrigen Scheidungswege, die allezeit durch Hülfe des Feuers geſchehen müßten, zum Vorſchein gebracht werden könnte. Sollte derſelbe alſo aus ſeiner Verbindung befreyet hervor kommen, ſo müſſe es nothwendig durch eine ſolche gelinde ſeiner Natur gemäße Aufſchließung der verbundenen Miſchungen geſchehen, wie ſie in der Gährung vorgehe; wobey er zugleich in der vorhandenen Feuchtigkeit aufbehalten werde, daß er nicht alſobald bey ſeiner Entbindung in die Luft entweichen könne.

Es müßten demnach alle zur Gährung geſchickt ſeyn ſollende Körper aus ungleichartigen, aber gemiſchten Theilen beſtehen, und in dieſer natürlichen Miſchung vor allen andern hauptſächlich eine vor-

vorzügliche Menge Luft enthalten, welche in einer Vermiſchung in bloßem Waſſer außflößlicher ſalzigſchleimiger Theile, bald mit, bald ohne einen ätheriſchen brennbaren Geiſte ſich befinden. Der brennbare Geiſt ſey es aber nur eigentlich, durch deſſen Gegenwart einzig und allein die Körper zur geiſtigen Gährung beſtimmt würden; dergeſtalt, daß alle diejenigen, in welchen derſelbe nicht vorhanden ſey, auch nimmermehr dazu geſchickt befunden würden, ſondern unmittelbar entweder zur ſauren oder faulen Gährung übergehen.

Nach dieſem Begriffe ſehe man nunmehr auch ſogleich die Urſache ein, warum die Körper des Mineralreichs zur Gährung ungeſchickt wären. Sie beſäßen zwar oft Luft genug, aber es ſey ſolche in ihnen entweder mit einer bloßen Erde, oder mit andern feſten metalliſchen oder andern gröbern erdpechartigen Theilen verbunden; die im bloßen Waſſer auflößlichen ſalzigſchleimigen Theile aber, nebſt dem ätheriſchen brennbaren Geiſte, fehlten ihnen gänzlich; folglich finde bey ihnen keine freywillige Entweichung flüchtiger elaſtiſcher Theile ſtatt, und deßwegen ſeyen ſie auch zur Gährung ganz und gar unvermögend.

Alſo beruhe der ganze Unterſchied, daß nicht alle und jede Körper zu einerley Art der Gährung geſchickt befunden werden, einzig und allein auf den natürlichen Beſtandtheilen der Körper und deren verſchiedenem Verhältniß. Bald beſäßen die Körper die erforderliche Menge Luft nicht, oder es fehle ihnen der brennbare Geiſt; oder die ſalzigſchleimige Miſchung enthalte zu wenig ſalzige und deſto mehr ſchleimige Theile; oder das ſalzige Weſen in der ſalzigſchleimigen Miſchung ſey bald von ſaurer,

bald von alkaliſcher Beſchaffenheit, und dabey entweder mit dem brennbaren Geiſt verbunden, oder nicht. Alle dieſe und noch andere ähnliche veränderte Beſchaffenheiten verurſachten die unbeſchreiblichen Veränderungen, die man während des Gährungsgeſchäfts bey verſchiedenen Körpern bemerke.

Diejenigen Körper nun, welche bey einer natürlichen ſauerſalzigſchleimigen Miſchung, die ſich durch einen ſüßlichen Geſchmack offenbare, mit einer Portion brennbarem Geiſte auch zugleich eine anſehnliche Menge Luft verkörpert enthielten, ſeyen einzig und allein zur geiſtigen und Wein-Gährung geſchickt, und dieſe lieferten nach deren Vollendung den aus ihnen unter dieſer Operation entwickelten brennbaren Geiſt; nach weiterer veranlaßten Scheidung aber auch Eſſig. Darunter gehöre nun alles ſaftige Obſt, alle Getraidearten, ſüßliche Wurzeln und andere Gewächſe mehr. Aller dieſer erwähnten Körper ſalzigſchleimige Miſchung werde allemal von einer ſauren Beſchaffenheit befunden; es entwickele ſich aber dieſe Säure erſt alsdann vornämlich, wenn ſie ihren ätheriſchen brennbaren Geiſt verloren hätten. In dieſen Körpern müſſe die geiſtige Gährung allemal vorangehen, und könne nie in umgekehrter Ordnung erfolgen. Bey den ſaftigen Gewächſen unter dieſen Körpern könne man wohl die Regel feſtſetzen: daß diejenigen, die die meiſte Süßigkeit zu erkennen gäben, auch den meiſten brennbaren Geiſt lieferten; ſo wie im Gegentheil diejenigen, welche die wenigſte ſüßligſchleimige Miſchung oder gar eine vorzügliche Säure ſpüren ließen, auch die geringſte Menge oder gar keinen ſolchen Geiſt gäben.

Andere

Andere Körper hingegen, die bey einer ſauerſalzigſchleimigen Miſchung und einem faſt gänzlich mangelnden ſüßen Geſchmack zwar Luft genug, aber keinen ätheriſchen brennbaren Geiſt enthielten, ihn wenigſtens auf keine Weiſe, ſelbſt durch die Gährung nicht, zu erkennen gäben, geriethen unmittelbar bey veranlaßter innerer Bewegung in ſaure Gährung, wiewohl es vielleicht ſeyn könne, daß ſich auch hier wirklich eine Portion von brennbarem Geiſte befinde, der aber wegen der geringen Menge ſich nicht erkennen, noch weniger abſcheiden laſſe. Wenigſtens könnte man ſolches beynahe aus der beſtätigten Erfahrung ſchließen, daß in Sibirien aus der Milch, ſowohl von Pferden als andern Thieren, ohne Zuthun anderer Gährungsmittel von den daſigen Einwohnern Branntwein abdeſtillirt werde. Es müßte denn ſeyn, daß die daſigen Erdgewächſe, womit ſich jene Thiere ernähren, geiſtreicher als unter unſerm Himmelsſtriche wären; oder daß in jenem Lande die Thiere mit mehreren Getraidearten als hier gefüttert würden.

Aus dieſer beſchriebenen Art von Gewächſen erkenne man auf die einleuchtendſte Weiſe, daß der brennende Geiſt während der Gährung aus gewiſſen angenommenen Grundtheilen unmöglich erſt zuſammengeſetzt und erzeugt werde. Denn dieſe Körper enthielten in ihrer Zuſammenſetzung Luft, ſaure, brennbare und erdige Theile, gährten mit aufſteigenden Luftblaſen, wie ein Obſtſaft, und gäben dennoch keinen brennbaren Geiſt von ſich. Warum könnte nun dieſer hier nicht auch entſtehen? Es bleibe alſo wohl vielmehr richtig, daß er in denjenigen Körpern ſeinem ganzen Weſen nach ſchon wirklich befindlich ſeyn müſſe, aus welchen er vermittelſt der Gährung erhal-

erhalten werde, und daß er, wo er nicht vorhanden iſt, auch während der Gährung nimmermehr entſtehen könne.

Diejenigen Körper endlich, welche keinen ätheriſchen brennbaren Geiſt enthielten, in deren ſalzigſchleimigen Miſchung die ſchleimigen Theile die Oberhand hätten, von welcher Art die meiſten Pflanzen wären; diejenigen Körper, deren ſalzigſchleimige Miſchung mehr von einer alkaliſchen oder mittelſalzigen Natur ſey und dabey keinen brennbaren Geiſt beſäßen, ob ſie gleich auch Luft genug enthalten könnten, welche Miſchung man in den thieriſchen Körpern und deren allermeiſten Theilen finde, dieſe ſeyen weder zur geiſtigen noch ſauren Gährung geſchickt, ſondern giengen bey entſtehender innerer Bewegung unmittelbar zur Fäulniß über. In einem dieſem ähnlichen Zuſtande befänden ſich auch zuletzt alle diejenigen Körper, welche die geiſtige und ſaure Gährung ausgeſtanden hätten. Denn, nachdem die flüchtigen Theile derſelben, welche ſie eben zu einer anders gearteten Gährung beſtimmt hatten, verloren gegangen, ſo komme alsdann in ihren Rückſtänden eben dasjenige Verhältniß hervor, das zum unmittelbaren Uebergange zur Fäulniß erfordert werde, indem nunmehr die ſchleimigen Theile vor den andern die Oberhand erhielten. In dieſer ihrer letztern Auflöſung beſtehe nun eigentlich die Fäulniß. Daher kämen nun alle und jede organiſche Körper, ohne Unterſchied, darin überein, daß ſie am Ende insgeſammt in Fäulniß übergiengen, und alſo durch dieſe letztere Scheidung der annoch übriggebliebenen Miſchung gänzlich aufgelößt und bis auf die einfachſten natürlichen Elemente zerſtört würden.

Es

Es müſſe aber auch noch der Grund erwogen werden, woher es komme, daß verſchiedene zur geiſtigen und ſauren Gährung geſchickte Körper dennoch verſchiedene weinigte oder eben ſo verſchiedene ſaure Flüſſigkeiten lieferten. Wenn die geiſtige Gährung in einem Körper vollendet ſey, und die gährende Miſchung vornämlich nur ihre elaſtiſche Luft verloren und die gröbſten ſchleimigen Theile ausgeſtoßen habe, ſo beruhe doch immer noch die Beſchaffenheit der übrigbleibenden weinartigen Flüſſigkeit auf dem natürlichen Verhältniß der vermiſchten Beſtandtheile des vergohrnen Körpers gegen einander. Denn wenn die ſauerſalzigen Theile der ſalzigſchleimigen Miſchung nur mit einer geringen Portion einer eigentlichen ſchleimigen Miſchung, aber mit einer vorzüglichern Menge des brennbaren Geiſtes, nach Entweichung der Luft und Abſcheidung der gröbern Theile, übrig geblieben ſind, ſo werde eine ſolche Flüſſigkeit Wein genannt. Wenn aber die natürliche auflößliche Miſchung des vergohrnen Körpers, nach dem Verluſt der Luft und Abſcheidung der gröbern Theile, von der Beſchaffenheit ſey, daß die ſauerſalzigen Theile von einer mitverbundenen klebricht- und ſchleimartigen Miſchung überwogen und immer noch gleichſam eingewickelt gehalten würden, dabey aber eine geringere Menge von einem brennbaren Geiſte, in Vergleichung mit einer wahren weinartigen Miſchung, beſäßen, dann werde dieſe geiſtige Flüſſigkeit Bier genannt.

Von eben der verhältnißmäßig natürlichen Miſchung der der Gährung unterworfenen Körper rühre auch der Unterſchied her, den man zwiſchen dem Wein- und Bier-Eſſig deutlich bemerke. Der erſtere werde aus Körpern bereitet, die eine weniger ſchleimige Miſchung, und mehr

mehr vorſtechende ſalzige Theile enthielten; daher beſitze auch derſelbe weniger ſchleimige Theile und deſto mehr freye Säure; und eben deßwegen habe er auch eine ſo helle durſichtige Farbe und eine minder ſchäumende Eigenſchaft. Der letztere hingegen werde aus den mehr ſchleimigen Fruchtkörnern verfertigt, worin ſich die Säure in einem geringern Verhältniß befinde; aus dieſer Urſache entdecke man auch eine weit mehr ſchleimige Miſchung in ihm, und eben daher beſitze er auch nie den Grad der Säure und den reinen Geſchmack als jener, behalte immer ein trübes Anſehen und ſchäume ſtark, nach eben dem Verhältniß, als das Bier viel mehr klebrichte und ſchleimige Theile als der Wein beſitzt.

Eben daher rühre es auch, daß das Bier, imgleichen der Birn= und Pflaumenſaft, wie auch andere ſehr ſüße Säfte mehr, viel ſpäter ſäuerten, als Trauben= und Aepfelſaft, indem die letztern Arten weniger ſchleimige Theile und mehr ſauerſalzige als die erſten enthielten, die ſich alſo eher aus der ſchleimigen Verbindung loßreißen und befreyet zum Vorſchein kommen könnten. Wie denn auch ſchon dadurch die Säurung beſchleunigt werden könne, wenn ein ſolcher Saft mit Waſſer verdünnt werde, wodurch die ſchleimige Miſchung mehr zertheilt und die Säure alſo ſich deſto eher davon entwickeln und offenbaren könne; wie ſolches aus der Erfahrung von dem ſogenannten Lauer bekannt ſey, der viel eher ſäure, als der beſte Obſtſaft, aber eben wegen ſeiner ſtarken Verdünnung auch dem weitern Fortſchritt zur Fäulniß viel eher unterworfen ſey.

Der Grund, warum in den beſchriebenen Fällen die natürliche ſchleimige Miſchung immer noch ange=

angetroffen werde, nach dem Verhältniß, als ſie in den Subſtanzen iſt, woraus der Wein oder Eſſig bereitet wird, beruhe darauf, daß weder in der geiſtigen noch ſauren Gährung eine eigentliche Auflöſung der ganzen ſchleimigen Miſchung vorgehe. Dieſe daure durch beyde Arten der Gährung, und werde endlich nur erſt durch die Fäulniß aufgelößt. Es ſcheine alſo, daß die Verbindung in der ſchleimigen Miſchung ſelbſt feſter ſey, als die Verbindung der ſchleimigen Miſchung mit der Säure und dem ätheriſchen Geiſte, weil dieſe Verbindung aufgelößt werden könne, und jene Miſchung ſich dabey immer noch erhalte.

Die bisher beſchriebene Gährung werde nun eigentlich veranlaßt durch eine ſtarke Ausdehnung der auflößlichen Miſchung in einer wäßrigten Flüſſigkeit, vermittelſt einer Verſetzung der beſchriebenen Körper in einen flüſſigen Zuſtand. Hierdurch werde nun zuvörderſt die ganze Miſchung der auflößlichen Beſtandtheile zur weitern Trennung und Abſcheidung von einander geſchickt gemacht; indem nunmehr der Widerſtand der Gefäße aufhöre, und alſo die im Saft befindlichen flüchtigen elaſtiſchen Theile, ihrer Natur gemäß, durchzubrechen und zu entweichen anfangen könnten. Durch die ſichtbaren Kennzeichen dieſes Durchbruchs und der vorhergehenden Ausſcheidung unterſcheide ſich dieſe Wirkung und chemiſche Operation vor allen andern, und werde Gährung benannt.

Unter die allgemeinen Hülfsmittel werde das Waſſer und die äußerlich angebrachte Wärme gerechnet. Das Waſſer gehöre an und für ſich ſelbſt nicht mit zur Materie, die in Gährung gehe, ſondern müſſe allezeit nur als eine fremde leidende Materie und als

das eigentliche Behältniß angeſehen werden, in welchem die Gährung vor ſich gehe. Es mache ſolchergeſtalt nur das nothwendigſte Werkzeug aus, ohne welches keine Gährung möglich ſey; indem nach aller Beobachtung keine Gährung ſtatt finde, ohne die gährenden Materien in einen flüſſigen Zuſtand zu verſetzen. Hiebey verrichte es aber nichts mehr, als daß es die zur Gährung beſtimmten Miſchungen der Körper ausdehne, und dadurch zur Entbindung und Scheidung ihrer ungleichartigen Beſtandtheile von einander Gelegenheit gebe; die alsdann von einander getrennten flüchtigen auflößlichen Theile aber in ſich aufnehme, und dem Künſtler zur fernern Abſcheidung darbrächte. Mehr thue es dabey nicht.

Die Wärme werde der zur Gährung beſtimmten Materie anfänglich durchs Waſſer, oder wenn dieſe Materie ſchon ſelbſt hinlänglich flüſſig iſt, von einem warmen Orte beygebracht. Im erſtern Falle würden die trocknen Körper vermittelſt der Wärme des Waſſers beſſer ausgezogen, und deren Verbindung dadurch kräftiger geöffnet. In beyden Fällen aber würden durch die Wärme die in der gährenden Materie befindlichen elaſtiſchen flüchtigen Theile zum Ausbruch und Entweichung gereizt. Nach einmal veranlaßter innern Bewegung aber werde ſie ferner durch die in der Miſchung des gährenden Körpers ſich befindende elementariſche Feuermaterie, die während der Gährung ſich ebenfalls von den mit verbundenen Theilen losreiſſe, unterhalten.

Ob nun gleich die natürliche Miſchung verſchiedener Körper, insbeſondere aber der Trauben- und Obſtſaft, von der Beſchaffenheit ſey, daß darin, ohne alle weitere fremde Beyhülfe, aus eigenen Kräften

die innere Bewegung oder die Gährung ſofort ihren Anfang nehmen und auch vollendet werden könne; ſo ſey es dennoch bey vielen andern Körpern, worin ſich nämlich eine ſtarke ſchleimige Miſchung befinde, nöthig, durch gewiſſe künſtliche Hülfsmittel die zweckmäßige innere Bewegung zu veranlaſſen und zu befördern, damit in dieſen Körpern keine unordentliche Auflöſung vor ſich gehe. Hierunter ſeyen die ſogenannten Fermente zu verſtehen, welche theils aus einer ſolchen Miſchung beſtehen, die ſich bereits in derjenigen innern Bewegung befinde, die man bey den der Gährung unterworfenen Körpern hervorbringen wolle; theils auch von der Beſchaffenheit ſind, daß ſie ihrer Natur nach von der erwarteten innern Bewegung nur den Anfang machen könnten. Unter die erſtern gehörten die Hefen und der Sauerteig; unter die letztern aber ein nach einander erfolgender Zuſatz einer Säure und eines alkaliſchen Salzes, imgleichen der Weingeiſt, Weinſtein und der Weineſſig ſelbſt auf verſchiedene Art angebracht.

Der richtigſte Begriff von einem Fermente ſey dieſer: daß deſſen ganze Wirkung bloß darin beſtehe, die zur Gährung beſtimmte Materie zu einer zweckmäßigen und naturgemäßen Auflöſung und Scheidung zu veranlaſſen. Daraus folge, daß ein Ferment nothwendig wirkſame bewegende Theile beſitzen müſſe.

Da man nun bey einer veranſtalteten weinigten oder geiſtigen Gährung bey überaus mäßiger Wärme beobachte, daß die erſte Wirkung von der in der gährenden Materie verkörperten Luft vor ſich gehen müſſe; nach deren Entweichung, wenn ſie anders auf eine mäßige Art erfolgt ſey, alſobald auch der dadurch nun befreyete brennbare Geiſt, wie auch die

Säure, zum Vorſchein kommt; ſo erkenne man auch ganz deutlich, daß ein Ferment, das zur Veranlaſſung einer geiſtigen Gährung angewendet werden ſolle, von einer ſolchen Beſchaffenheit ſeyn müſſe, daß es ſehr viel Luft und auch geiſtige Theile, als die erforderlichen nothwendigen Werkzeuge, enthalte, damit die zweckmäßige Bewegung und Scheidung in den ähnlichen Theilen hierdurch veranlaßt werden könne. Das allerbeſte ſchicklichſte Ferment dieſer Art ſeyen die bekannten Hefen, das aus der bey einer andern vorgegangenen geiſtigen Gährung ausgeſchiedenen ſauerſalzigſchleimigen Materie beſtehe, das aber zugleich mit einem großen Theile Luft und wirklichem brennbaren Geiſte vereinigt ſey; welche beyde letztere Subſtanzen in der vorhergegangenen Gährung zu gleicher Zeit ausgeſchieden worden, und darin hangend verblieben ſind.

Weil nun hieraus erhelle, daß in den Hefen die Luft und der flüchtige brennbare Geiſt die eigentlichen wirkſamen Theile ſind, die eine geiſtige Gährung in einem andern hiezu ſchicklichen Körper veranlaſſen können, ſo laſſe ſich auch der wahre Grund erkennen, warum Hefen, die ſchon eine Zeitlang an freyer Luft geſtanden haben, zu dieſem Endzweck nicht mehr recht tauglich befunden werden. Denn ſie verlieren hiebey in einer gewiſſen Zwiſchenzeit ihre elaſtiſche Luft ſowohl, als den in ihnen enthaltenen brennbaren Geiſt, und alſo ihre eigentlich wirkſamen Theile; folglich bleibt denn nur allein die ſauerſalzig-ſchleimige Miſchung noch übrig, und darum werden ſie nun ſaure Hefen genannt und taugen zu nichts weiter, als höchſtens zur Veranlaſſung der Eſſiggährung.

Aus dieſen Begriffen erkenne man ferner, daß ein ſolches Ferment auf verſchiedene Art durch

die Kunſt zuſammengeſeʒt werden könne. Demnach geſchehe es auch, daß bey gewiſſen Vorfällen in ſehr ſüßen ſchleimigen Miſchungen bloß durch den nach und nach hinter einander erfolgenden Zuſaʒ einer Säure und eines aufgelößten alkaliſchen Salzes, nebſt etwas Weingeiſt, die Gährung erregt werden könne; wovon hier eigentlich bloß die von gedachten Salzen während der Vermiſchung ausbrechende feſt geweſene Luft, nebſt dem ebenfalls elaſtiſchen Weingeiſt, als die veranlaſſende erſte Urſache anzuſehen ſey. Aus eben dem Grunde könne auch das bloße Waſſer, das auf eine künſtliche Art mit ſogenannter fixer Luft geſchwängert worden, die Gährung des Teiges ſehr befördern.

Man habe aber nicht allein auf die in einem Fermente gegenwärtigen wirkenden Theile, nämlich auf die Luft und den brennbaren Geiſt und deren Erhaltung, das ganze Augenmerk zu richten, weil ein ſolches Ferment nur ſo lange gut bleibe, als es dieſe Theile noch beſiʒe; ſondern man müſſe auch in allem Bedacht dahin trachten, daß auch dieſe wirkenden Theile ſowohl beym erſten Anfange einer dadurch veranlaßten Gährung, als auch während ihrer ganzen Dauer nicht verloren giengen. Wenn daher eine zur Gährung beſtimmte Materie in dem Zeitpunkte, da ihr ein Ferment zugeſeʒt werden ſoll, wärmer ſey, als es die flüchtigen Theile deſſelben ihrer Natur nach aushalten könnten: oder wenn in der Zwiſchenzeit, da die Gährung vor ſich gehe, zufälliger Weiſe eine ſtarke Wärme einfalle; ſo geſchehe es mehrentheils in beyden Fällen, daß die Gährung etwas ungeſtüm vor ſich gehe, wobey alsdenn viele flüchtige Theile in die äußere Luft entwichen, und die erwünſchte Abſicht

vielmals vereitelt werde. Hierin liege der Grund, daß im Sommer mehr ſaure Biere gangbar ſind, als im Winter; imgleichen, daß die Branntweinbrenner im Sommer wenigern Branntwein zur Ausbeute bekommen, als im Winter.

Bey einer Gährung würden nicht alle unter einander verbundene Miſchungen zugleich aufgeſchloſſen. Die Auflöſung müſſe langſam, nach und nach, ſtufenweiſe, naturgemäß und ſo zu ſagen rückwärts wieder geſchehen, ſo wie die Miſchungen vorwärts von der Natur zuſammen verbunden worden wären. Es ſollten nur dabey die Verbindungen der Miſchungen, aber nicht die Miſchungen ſelbſt aufgelößt werden.

Es müſſe alſo auch bey dem Zuſatze eines Ferments dahin geſehen werden, daß es in hinlänglicher Menge angewendet werde; wozu nöthig ſey, daß man ſich den zu erreichenden Endzweck wohl vor Augen ſtelle; ob man nämlich hierdurch die ganze Maſſe, wie beym Branntweinbrennen, oder nur zum Theil, wie bey der Biergährung, aufſchließen wolle; demnach die Menge der zur Gährung beſtimmten Materie mit den Wirkungskräften des Ferments vergleiche, und daraus die nöthige Menge des letztern zu beſtimmen ſuche.

Wenn nun auf ſolche Art gewiſſe Körper die geiſtige Gährung ausgeſtanden hätten, ſo ſeyen ſie alsdann vermögend, in die ſaure Gährung überzugehen. Diejenigen aber, welche ihrer natürlichen Miſchung nach zur geiſtigen Gährung nicht geſchickt ſind, könnten gerades Weges in ſaure Gährung verſetzt werden. Hierzu müßten nun bey denjenigen Körpern, welche eine ſtarke ſchleimige Miſchung enthielten, wieder andere Hülfsmittel oder Fermente angewendet werden.

Wenn

Wenn die erſtern Körper ihre elaſtiſche Luft und ihren brennbaren Geiſt entweder verloren und in die freye Luft geſchickt hätten, oder letzterer durch eine Deſtillation daraus abgeſchieden ſey; ſo bleibe von ihnen noch eine ungeſchiedene ſauerſalzig-ſchleimige Miſchung übrig; und von eben dieſer Beſchaffenheit ſeyen auch die andern Körper, die von Natur gerade zur ſauren Gährung übergiengen. Der Endzweck nun, der bey dieſen Körpern erreicht werden ſoll, wenn man mit ihnen eine Gährung veranſtaltet, beſtehe darin, daß die in ihnen befindlichen ſauren Theile von der gröbſten erdig-ſchleimigen Miſchung befreyet, und in einer reinern Beſchaffenheit zum Vorſchein gebracht würden. Dieſes müßten nun die hiezu ſchicklichen Fermente oder Zuſätze bewirken helfen, und ihr größter Vorzug müſſe darin beſtehen, daß ſie die ſchleimig-erdigen Theile abſcheiden, die Säure ſelbſt aber nicht verderben, ſondern ſie vielmehr nur befreyen und in ihre reinere Natur verſetzen könnten. Dieſe Fermente müßten alſo von ganz anderer Beſchaffenheit, als die erſtern ſeyn, und ſchon ſelbſt eine ähnliche ſaure Natur beſitzen. Hiezu könnten nun vor allen andern dienen: wohlgeſäuertes Brod, die Stiele von Weintrauben oder Roſinen, Weinſtein, eine Portion Weineſſig ſelbſt, auch wohl ein Zuſatz von Weingeiſt, bey einer äußerlich angebrachten Wärme.

Die faulende Gährung, als die dritte Art der gährenden Auflöſung, betreffe eigentlich die ganze noch vorhandene übergebliebene Miſchung, worunter vornämlich die ſchleimig-klebrichten Theile und Verbindungen gehörten. Hierdurch würden endlich alle organiſche Körper und ihre Miſchungen gänzlich aufgelößt.

gelößt. Hiezu ſeyen aber keine veranlaſſende Hülfsmittel oder zu beobachtende Regeln nöthig, weil ſich auf dieſem Wege die Natur nicht verirren könne.

Wiegleb macht ſich demnach von dem ganzen Erfolge der Gährung folgende Vorſtellung, wobey er nochmals vorausſetzt, daß die in den gährenden Materien verkörperte Luft entweder allein, oder in Verbindung mit der elementariſchen Feuermaterie, unter der Beſchaffenheit eines beſondern Nebenanfanges das vornehmſte wirkende Hülfsmittel der Gährung ausmache. Wenn man nun eine entweder von Natur flüſſige Subſtanz, oder einen durch heißes Waſſer ausgezogenen trocknen und alſo durch die Kunſt in eine flüſſige Beſchaffenheit gebrachten Körper von der obbeſchriebenen Miſchung vor ſich habe, ſo befinde ſich ſolcher unter dieſer Ausdehnung in einem ſolchen Zuſtande, daß ſeine elaſtiſchen flüchtigen Theile durch ihre natürliche Neigung zur Entweichung jetzt gleich in Bewegung geſetzt und dadurch von einander geſchieden werden könnten. Demnach geſchehe es nun auch hier, daß durch eine äußerlich angebrachte Wärme, oder durch ein elaſtiſches Ferment, die eben erwähnten elaſtiſchen Theile eines ſolchen Körpers gereizt würden; wodurch dann alſo der erſte Grund zu ihrer Bewegung, und der darauf nach und nach erfolgenden ſtufenweiſen Auflöſung und Scheidung gelegt werde. Nothwendig müſſe die angebrachte Wärme die elaſtiſchen Beſtandtheile der aufgelößten ausgedehnten Miſchung vorzüglich zum Ausbruch reizen. Da nun hierunter die in der Miſchung der unter einander verbundenen unähnlichen Beſtandtheile ſich befindliche Luft unfehlbar am erſten in Wirkſamkeit geſetzt werden müſſe, ſo ſey es gar kein Wunder, daß man auch gleich,

gleich, wenn man den Anfang der Gährung erkenne, häufige kleine Luftbläschen in der ganzen flüſſigen Miſchung entſtehen ſehe, und an der Oberfläche mit einem ſchwachen Geräuſche zerſpringen höre. Da nun in allen Körpern der Natur, wie in der ganzen Natur ſelbſt, die regelmäßigſte und zweckmäßigſte Verbindung erkannt werde, und daß zum Triebwerk und zur Unterhaltung des Ganzen immer ein Theil in den andern eingreife, ſo ſey es auch hier eine nothwendige Folge, daß, ſobald aus der Miſchung eines gährenden Körpers nur ein einziger nothwendiger Beſtandtheil zu entweichen anfange, auch ſofort in der ganzen Miſchung eine zur weitern Auflöſung abzielende Veränderung vorgehen, und beſonders bey fortdauernder Veranlaſſung hiezu die Entweichung und Abſcheidung anderer mitverbundener Theile nothwendig erfolgen müſſe. Demnach breche alſo, wo nicht mit der Luft zugleich, doch gewiß unmittelbar darauf, die mitverbundene elaſtiſche elementariſche Feuermaterie hervor, und entweiche zugleich mit ihr. Von eben der ausbrechenden Feuermaterie rühre es auch ohnfehlbar her, daß die der Miſchung anfänglich beygebrachte Wärme, während der allgemein entſtandenen innern Bewegung, immer neuen Zuwachs bekomme, und in dem Grade unterhalten werde, bis endlich die ganze Aufſchließung allmählig erfolgt ſey. Die Entweichung dieſer beyden flüchtigen Materien müſſe aber auch nothwendig mit der fernern Abſcheidung noch anderer Theile begleitet werden; und demnach geſchehe es auch, daß nun die Ausſcheidung des ätheriſchen brennbaren Geiſtes, der Säure und der übrigen gröbern ſchleimigen Miſchung nachfolge. Dieſe im Innern des flüſſigen Körpers nun einmal angefangene ſichtbare Bewegung und Scheidung der Mi-

ſchung bringe alle Augenblicke in andern noch unaufgeſchloſſenen Theilen eben dieſen bewegenden Austritt und Scheidung hervor; ſo wie eine jede aus dem brennenden Weingeiſte oder andern brennbaren Körpern ausfahrende Flamme die zunächſt ſich befindenden brennbaren Theile immer ebenfalls wieder zu gleicher Auflöſung und feurigen Ausbruch reize, und auf ſolche Art einen an einander hangenden Feuerſtrom verurſache; bis endlich nach und nach im ganzen Körper die Scheidung der von den elaſtiſchen Theilen abhangenden Miſchung vollendet worden, welches ſich durch die nachlaſſende innere Bewegung deutlich bemerken laſſe, worauf nun die gröbern erdigſchleimigen Theile ſich zu Boden ſetzen, andere aber, die noch mit flüchtigen elaſtiſchen Theilen vermiſcht ſind, ſich auf die Oberfläche begeben; die ſauren aber, nebſt dem brennbaren Geiſte, mit der zartern ſchleimigen Miſchung vergeſellſchaftet in der hellen Flüſſigkeit aufgelößt gefunden würden. Hiermit wäre nun die geiſtige Gährung vollbracht, woraus der in der übriggebliebenen flüſſigen Miſchung befindliche brennbare Geiſt, ſeiner flüchtigen Natur gemäß, vermittelſt der Deſtillation abgeſchieden werden könne.

Wenn man nun aber bey einer ſolchen vergohrnen Materie den darin zum Vorſchein gekommenen Geiſt nicht achte, im Fall derſelbe wegen ſeiner unbeträchtlichen Menge oder wegen anderer Unbequemlichkeiten die Abſcheidung nicht belohne, und man gerades Weges aus der übergebliebenen Flüſſigkeit den Eſſig bereiten wolle, ſo müſſe wenigſtens ſolche nunmehr von dem Bodenſatz ſorgfältig abgezogen, und entweder bloß für ſich allein, oder nach Gutdünken durch einen Zuſatz von einem ſauren Fermente, an einem

einem warmen Orte in einem offen ſtehenden Gefäße von ſeiner noch anhängenden ſchleimigen Miſchung befreyet werden. Dieſe Wirkung gehe ſehr langſam vor ſich, und erfordere verſchiedene Monate, ehe ſie vollbracht werde. Hiebey bemerke man gar keine ausweichende Luftbläschen mehr, ſondern der ganze Saft verhalte ſich vollkommen ruhig. Alle Veränderung, die man daran beobachte, beſtehe darin, daß die Flüſſigkeit nach und nach trübe werde, einen Bodenſatz fallen laſſe, vornämlich aber auf der Oberfläche eine glatte feſt zuſammenhaltende ſchleimige Haut abſetze. Durch den Geruch aber entdecke man, daß von der erſten Zeit an, bis ſich die Säure offenbare, ein geiſtiges Weſen beſtändig ausdunſte. Wenn nun endlich der Saft eine ganz helle Durchſichtigkeit, nebſt einem reinen ſauren Geſchmack erlangt habe, und ſich auf der Oberfläche keine glatte Haut mehr abſondere, ſo ſey auch nun die ſaure Gährung vollendet, worauf der helle Eſſig auf ein reines bereits mit Säure geſchwängertes Gefäß abgezogen und wohl verſpundet werde.

Unter dieſer Wirkung bringe der noch dabey befindliche Geiſt einen doppelten Nutzen; nämlich er verwahre den ſauerſalzig-ſchleimigen Saft vor dem Verderben, befördere aber auch ſelbſt die Befreyung der Säure aus der ſchleimigen Verbindung; während dieſer Dienſtleiſtung aber entweiche er zugleich nach und nach in die Luft, und gehe alſo eigentlich in den Eſſig nicht mit ein, wie man ſich bisher immer eingebildet habe. Aus dieſem Grunde dürften auch eben die Faſſe, die eine ſäuernde Flüſſigkeit enthielten, nicht voll gefüllt werden, damit die Flüſſigkeit eine ausgebreitete Oberfläche habe; und eben darum dürften

ten ſie nicht zugeſpundet werden, damit der brennbare Geiſt daraus verdunſten könne; zu gleichem Endzwecke müſſe auch die dicke Haut, die die ganze Oberfläche überziehe und die Entweichung des Geiſtes verhindere, ſo oft ſie entſtanden, zu Boden geſtoßen werden.

Nachdem nun Wiegleb auf dieſe Art die allgemeinen Grundſätze der Gährung feſtgeſetzt hat, ſo zeigt er insbeſondere, wie man hiernach bey der Bereitung des Weins, Biers, Branntweins und Eſſigs zu Werke gehen müſſe.

Was die Fäulniß betreffe, ſo mache ſie eigentlich eben ſowohl nur eine beſonders geartete Gährung aus, wie die Wein- und Eſſiggährung, deren Unterſchied lediglich nur in der Verſchiedenheit der Grundtheile und Miſchung desjenigen Körpers gegründet ſey, in welchem dieſe Wirkung vorgehe.

Es beſtehe aber eigentlich die Fäulniß in denjenigen Körpern, worin eine oder die andere, oder auch beyde Arten, die ſaure und geiſtige Gährung, vorhergegangen, in der gänzlichen zerſtörenden Aufſchließung der bis hieher noch übriggebliebenen unaufgeſchloſſenen Miſchungen, die beyde Arten ausgehalten hätten. Vornämlich betreffe ſolches hier die eigentliche ſchleimige Miſchung, und wenn die Säure nicht zuvor ausgeſchieden und abgeſondert worden, dieſe auch ſelbſt mit. Wo jene beyden Arten aber, nach der natürlichen Beſchaffenheit des Körpers, nicht vorfallen könnten, da geſchehe durch ſie einzig und allein die zerſtörende Aufſchließung dieſer Körper. Sie ſey alſo kürzlich das allgemeine und vollkommene zerſtörende Auflöſungsmittel von allem, was zur organiſchen Miſchung gehöre.

Gleich-

Gleichwie nun aber dieſe Miſchung ſehr verſchieden ſey, eben ſo werde man auch allemal die Umſtände bey der faulen Gährung verſchieden finden. Denn faſt bey einem jeden Körper ſeyen die dabey vorkommenden Erſcheinungen verſchieden; anders faule das Fleiſch, anders das Blut, anders der Urin, anders die Milch, anders die Galle, anders die Kräuter, anders das Obſt, und wieder anders das Holz; eine jede Fäulniß von dieſen habe ihren eigenen Geruch; auch gehe immer eine Materie vor der andern geſchwinder in Fäulniß.

Wo dieſe Auflöſung einmal in einer Miſchung anfange, da könnten ihr auch keine von den lockerern mehr zuſammengeſetzten Miſchungen widerſtehen; alle ölige, fettige, ſchleimige Theile, und die ſauerſalzige Miſchung ſelbſt würden durch ſie zerſtört. Nur allein das feuerbeſtändige und flüchtige Alkali, wie auch andere Arten Mittelſalze und etwa dabey befindliche Mineralſäuren, ſo wie die Grunderde, als Weſen von einer einfachern und feſtern Miſchung, ſeyen die einzigen Ueberbleibſel, über welche die faulende Gährung keine zerſtörende Macht zu beſitzen ſcheine.

Waſſer, Wärme und Luft, ſeyen die vornehmſten Beförderungsmittel der Fäulniß, und die in der Natur überall bereitliegenden Werkzeuge. Wir hätten alſo gar nicht nöthig, zu ihrer Beförderung gewiſſe Regeln aufzuſuchen; die Natur verfehle in ihrem freyen Laufe ihre letzte große Abſicht niemals. Vielmehr aber hätten wir Urſache, beſtändig wider ſie zu ſtreiten, da ſie das ſchädlichſte Gift aller organiſchen Geſchöpfe ſey, wovon doch ein jedes ſchon den Keim des Verderbens bey ſich führe; daher könnten wir

wir es endlich doch nicht verhindern, daß ſie uns überwinde. Ihre ganze Erkenntniß müßten wir lediglich dahin anzuwenden ſuchen, wie wir ſie ſo lange als möglich verhindern könnten. Zu dem Ende ſcheine es nothwendig zu ſeyn, daß wir erſt eine wahre Erkenntniß von ihr zu erlangen ſuchen müßten, wie ſie entſtehe und vor ſich gehe.

Eine als richtig erkannte Wahrheit ſey es, daß die Fäulniß eine wirkliche Gährungsart ſey, wodurch beſonders geartete Miſchungen aufgeſchloſſen würden, und wobey das Waſſer, wie bey jenen Arten, das nothwendigſte Hülfsmittel ausmache. Dieſe beſonders gearteten Miſchungen müßten wir nun etwas näher betrachten, um die in ihnen vorgehende Gährungsart näher kennen zu lernen. Es würden darunter alle diejenigen Miſchungen verſtanden, die durch die geiſtige und ſaure Gährung nicht aufgeſchloſſen werden können; ſie würden zuſammen unter der ſalzig-ſchleimigen Miſchung begriffen.

Wenn man nun dieſe ſich ſelbſt überlaſſe, und, um alles recht deutlich beobachten zu können, ſolche in einen flüſſigen Zuſtand verſetzt habe, ſo beobachte man hier eben, wie bey einer geiſtigen Gährung: die ausbrechende Luft gebe ſich durch Blaſen auf der Oberfläche zu erkennen, die Flüſſigkeit werde trübe, es weiche ein ſtinkender Geruch davon, ein Schlamm ſetze ſich zu Boden, und die Oberfläche werde mit einem ebenfalls faulenden ſtinkenden Schleim überzogen, der nach und nach immer trockener werde, der erdigen Natur näher komme, und ſich zu Boden ſetze; die Feuchtigkeit dunſte endlich alle in die Luft, und hinterlaſſe nichts als eine todte Erde, welche das fixe Salz enthalte, das in derſelben Miſchung ſeiner Natur

tur nach geweſen wäre. Unterſuche man ferner, was dasjenige ſey, das als ein ſtinkender Geruch entweiche, indem man hierzu einen ſolchen in Fäulniß ſtehenden Körper in ein Deſtillirgefäße einſchließe, und davon alle Feuchtigkeit bis zur Trockniß abziehe, ſo finde es ſich, daß es eigentlich das flüchtige Alkali ſey, das unter dieſer verlarvten Geſtalt gröſtentheils entweiche.

Dieß ſey die Beſchreibung des wahren Erfolgs bey der Fäulniß, woraus klar erhelle, daß alles, was hiebey vorgehe, nichts anders als Scheidung ſey, die mit der Entweichung der Luft aus der ſchleimigen Miſchung hier ebenfalls, wie bey der geiſtigen Gährung ihren Anfang nehme, und bis zur gänzlichen Zerſtörung aller Miſchungen fortdaure.

Auch müſſe man den Eſſig ſelbſt noch als eine ſolche zuſammengeſetzte Miſchung betrachten, die durch die Fäulniß zerſtört werden könne; denn er enthalte außer ſeiner eigenthümlichen Säure immer noch eine zarte Schleimigkeit, und auch dabey noch wirkliches flüchtiges und fixes Alkali. Selbſt auch die eigentliche reine Säure des Eſſigs, worunter er den deſtillirten verſteht, ſey immer noch eine ſolche zuſammengeſetzte Miſchung, aus einer zwar zartern Schleimigkeit, flüchtigem Alkali und der beſondern Säure beſtehend.

Da man nun aus dem beſchriebenen Vorgange während der Fäulniß erſehen könne, und alle Urtheile der neuern Naturforſcher darin übereinkämen, daß der Anfang der Fäulniß auf der Entweichung der natürlicher Weiſe dergleichen Körpern einverleibten Luft beruhe, und daß ſie ihr eigentliches Bildungs- und Erhaltungsmittel ſey; da man ferner aus dem vorhergehenden

den deutlich erkenne, daß der Weingeiſt und die Säu-re der faulenden Gährung am meiſten widerſtehen; ſo dürfe man wohl nicht unbillig dieſe Erkenntniß ſehr wichtig nennen, deren rechte Anwendung für das menſchliche Geſchlecht von den wohlthätigſten Folgen werden könne.

Aus dieſem Angeführten erhellt, daß Wiegleb zwar ſchon richtigere Begriffe von dem Gährungsge-ſchäffte hatte, als Stahl und diejenigen, welche deſ-ſen Grundſätze angenommen hatten; allein ſeine Theo-rie iſt noch ſehr weit von der Vollkommenheit entfernt. Es war ihm noch gänzlich unbekannt, wie hiebey Waſſer, Wärme und Luft wirken. Nicht lange dar-nach aber ward dieß mit einiger Wahrſcheinlichkeit etwas bekannter, wie in der Folge gezeigt werden ſoll.

Siebentes Kapitel.

Meynungen und Entdeckungen in der Lehre von der Elektricität.

Verſuche mit Körpern, welche die Elektricität beweiſen, nebſt verſchiedenen Bemerkungen über die Elektricität.

Hawksbée hatte bereits verſchiedene wichtige Ent-deckungen in der Lehre von der Elektricität ge-macht, und dadurch Veranlaſſung zu weitern Unter-ſuchungen gegeben. Gleichwohl wurde aber dieſe Leh-re gegen zwanzig Jahre unterbrochen, und zwar zu einer Zeit, da man bemüht war, alle Theile der Wiſ-ſenſchaften zu einem höhern Grade der Vollkommen-heiten zu bringen. Die Urſache hievon war wohl

ohne

ohne Zweifel keine andere als dieſe, daß die größten Phyſiker auch die größten Mathematiker waren, welche ſich mehr mit Beſtreitung und Ausbildung der Newton'ſchen Theorie und Vervollkommnung der nicht lange vorher entdeckten Rechnung des Unendlichen beſchäftigten.

Erſt nach dieſer Zeit fieng Stephan Gray von neuem wieder an, dieſen Gegenſtand mit unermüdetem Fleiße zu bearbeiten [h]). Er hatte bey den mit einer gläſernen Röhre und mit einer an das Ende eines kleinen Stabes angebundenen Pflaumfeder angeſtellten elektriſchen Verſuchen öfters bemerkt, daß, als die Fäſerchen derſelben nach der Röhre zu angezogen waren, dieſe beym Wegführen der Röhre an dem Stäbchen hängen blieben, als wenn dieſes ein elektriſcher Körper geweſen oder als wenn dem Stäbchen oder der Pflaumfeder einige Elektricität mitgetheilt worden wäre. Dieß brachte ihm auf den Gedanken, ob nicht etwa die Feder, wenn ſie durch ſeine Finger gezogen würde, dieſelbe Wirkung äußern möchte. Beym erſten Verſuche gelang ihm dieß; die Fäſerchen der Pflaumfeder wurden von ſeinem nahe daran gehaltenen Finger angezogen, und bisweilen ward der obere Theil der Feder mit ihren Stielen ebenfalls angezogen. Das nämliche fand er auch an folgenden Subſtanzen: Haare, Seide, Linnen, Wolle, Papier, Leder, Holz, Pergament und Rindsdarm, worin Goldblätter geſchlagen worden. Alle dieſe Stoffe machte er ſehr warm, und einige derſelben ganz heiß, bevor er ſie rieb. Er bemerkte, daß aus der Seide und dem Linnen, insbeſondere aber aus einem Stücke Druckpapier, welches mit dem Kar-

h) Philoſ. Tranſact. 1731. 1732.

Kartenpapier von gleicher Beſchaffenheit iſt, Licht im Dunkeln hervorkam. Dieſe Subſtanz brachte nicht nur, wenn ſie ſo heiß war, als es ſeine Finger ertragen konnten, ein Licht hervor, ſondern es kam auch, wenn er ſeine Finger nahe daran hielt, ein Licht zum Vorſchein, welches mit einem Kniſtern begleitet war, gleich demjenigen, das durch eine gläſerne Röhre, wiewohl nicht in einer ſo großen Entfernung von dem Finger, hervorgebracht ward. Dieſer Verſuch leitet auf eine ſehr wichtige Entdeckung in der Elektricität; nämlich, die Mittheilung dieſer Kraft von elektriſchen Körpern an Körper, bey welchen man dieſelbe durch Reiben nicht hervorbringen kann; wie auch zur genauern Unterſcheidung elektriſcher Körper von nichtelektriſchen. Dieſe Entdeckung ward auf folgende Art gemacht.

Im März 1729. erinnerte ſich Gray nach einigen fruchtloſen Verſuchen, Metalle durch Erhitzen, Reiben und Hämmern anziehend zu machen, an eine gewiſſe Vermuthung, die er ſeit einigen Jahren gehegt hatte, daß nämlich eine gläſerne Röhre, wenn ſie im Finſtern gerieben ward, ihr Licht verſchiedenen Körpern mittheilte, und denſelben zugleich auch eine Elektricität gab, worunter man bisher bloß die Kraft, leichte Körper anzuziehen, verſtanden hatte. Zu dieſer Abſicht ließ er ſich eine Röhre machen, welche 3 Fuß 5 Zoll lang war und beynahe 1 und $\frac{2}{10}$ Zoll im Durchſchnitte hatte, und verſah jedes Ende mit einem Korkſtöpſel, damit, wenn die Röhre ungebraucht blieb, kein Staub hinein kommen könnte. Die erſten Verſuche, welche er bey dieſer Gelegenheit anſtellte, hatten zur Abſicht, zu verſuchen, ob er etwa einen Unterſchied beym Anziehen der Röhre bemerken könne,

wenn

wenn dieſelbe an beyden Enden verſtopſt war, oder wenn ſie gänzlich offen ſtand; allein er konnte keinen merklichen Unterſchied bemerken. Indeſſen ereignete ſich bey dieſem Verſuche, daß, als er eine Pflaumfeder dem obern Ende der Röhre gegen über hielt, er fand, daß dieſelbe nach dem Stöpſel hin flog, indem ſie von demſelben eben ſo angezogen und zurückgeſtoßen ward, als von der Röhre ſelbſt. Hierauf hielt er die Feder dem flachen Ende des Stöpſels gegen über, und bemerkte, daß ſie verſchiedene mal nach einander angezogen und abgeſtoßen ward, worüber er ſich verwunderte und zugleich daraus ſchloß, daß von der elektriſch gemachten Röhre dem Stöpſel wirklich eine anziehende Kraft mitgetheilt worden ſey.

Hiernächſt ſteckte er eine elfenbeinerne Kugel auf einen fichtenen Stab, der ungefähr 4 Zoll lang war, und fand, als er das andere Ende deſſelben in den Kork hinein ſteckte, daß die Kugel ſogar weit ſtärker, als es der Kork gethan hatte, die Feder anzog und abſtieß, indem ſie das Anziehen und Abſtoßen verſchiedenemal wiederholte. Nachher ſteckte er die Kugel auf lange Stäbe und auf Meſſing- und Eiſendrath, und fand den nämlichen Erfolg; er bemerkte aber, daß die Feder von dem Drathe, unerachtet er ihn ſehr nahe an die Röhre hielt, nie ſo ſtark angezogen ward, als von der Kugel an deſſen Ende.

Wenn er einen etwas langen Drath gebrauchte, ſo ward durchs vorgenommene Reiben mit der Röhre ein Schwanken in ihm verurſacht, und dadurch die Arbeit beſchwerlich: dieſes brachte dem Herrn Gray auf den Gedanken, ob nicht etwa, wenn die Kugel an einem Bindfaden beſeſtigt, und mittelſt ei-

ner Schleife an der Röhre aufgehängt würde, die Elektricität längſt dem Faden hinab nach der Kugel geleitet werden könnte, welches auch, wie er erwartete, wirklich erfolgte. Auf dieſe Art hieng er verſchiedene Körper an ſeine Röhre, und fand, daß ſie insgeſammt auf gleiche Weiſe Elektricität anzunehmen fähig waren. Nachdem er dieſe Verſuche mit den leichteſten Rohr- und Schilfſtäben unternommen hatte, ſtieg er auf einen 26 Fuß hohen Balcon, befeſtigte eine Schnur an ſeine Röhre, und fand, daß die Kugel am Ende derſelben leichte Körper, welche unten auf dem Hofe lagen, anzog. Hierauf ſtieg er noch höher, ſteckte ſeine langen Rohrſtäbe in das Ende ſeiner Röhre, befeſtigte eine lange Schnur an das Ende der Rohrſtäbe, und verſuchte, die Elektricität in weit größern Entfernungen, als vorher geſchehen war, zu führen, bis er, nachdem er ſie nicht ferner ſenkrecht fortleiten konnte, zuletzt verſuchte, ſie horizontal fortzuleiten; und aus dieſen Verſuchen entſtand eine Entdeckung, welche er beym Anfange im geringſten nicht vermuthete.

Bey der erſten Probe machte er an jedes Ende eines Bindfadens eine Schleife, vermittelſt welcher er ihn mit dem einen Ende an einen Nagel, der in einen Balken eingeſchlagen war, aufhieng, ſo daß das andere Ende herab hieng. Durch die herabhängende Schleife ſteckte er die Schnur, woran ſeine elfenbeinerne Kugel befeſtigt war, und brachte das andere Ende derſelben, durch eine Schleife, an ſeiner Röhre an, ſo daß auf ſolche Art ein Theil der Schnur, längſt welcher die Elektricität hinab geleitet werden ſollte, derjenige nämlich, woran die Kugel befeſtigt war, ſenkrecht hieng, der übrige Theil der Schnur

aber

aber horizontal lag. Nach dieſer Vorrichtung brachte er das Metallblättchen unter die elfenbeinerne Kugel, und rieb die Röhre, wobey ſich aber nicht das geringſte Zeichen eines Anziehens äußerte. Hieraus ſchloß er, daß, wenn die elektriſche Kraft bis an die Schleife des Bindfadens, welcher am Balken hieng, käme, ſie in denſelben hinauf nach dem Balken zu gienge, und nichts davon, oder nur ſehr wenig, hinab zur Kugel käme; jedoch konnte er damals keine Methode, wie dieſes zu verhindern wäre, erdenken.

Als nun Gray im Jun. 1729 den Herrn Wheeler, um bey ihm Verſuche zu machen, beſuchte, und dergleichen von den größten Höhen aus, welche das Haus geſtattete, angeſtellt hatte, ward Wheeler begierig zu unterſuchen, ob ſie nicht etwa die elektriſche Kraft in einer größern Entfernung horizontal leiten könnten. Gray erzählte ihm damals ſeinen fruchtlos abgelaufenen Verſuch, welchen er zu dieſer Abſicht angeſtellt hatte; worauf Wheeeler den Vorſchlag that, die zu elektriſirende Schnur, ſtatt an einen Bindfaden, an einen ſeidenen Faden zu hängen; und Gray ſagte ihm, daß dieſes in Anſehung ſeiner Dünne allerdings beſſer ſeyn dürfte, indem wahrſcheinlich weniger Kraft längſt demſelben davon gehen würde, als bey der dikken hanfenen Schnur, welche er vorher gebraucht hatte, geſchehen war. Durch dieſes Mittel gelang es ihnen weit über ihre Erwartungen.

Der erſte Verſuch, welcher hiernach angeſtellt wurde, geſchah auf einer mit Matten bedeckten Gallerie in Wheeler's Hauſe am 2. Jul. 1729 ohngefähr um 10 Uhr Vormittags. Ohngefähr 4 Fuß von dem Ende der Gallerie zogen ſie eine Schnur

quer über den Platz hinweg. Der mittlere Theil dieſer Schnur war Seide, das übrige Bindfaden. Alsdann legten ſie die Schnur, woran die elfenbeinerne Kugel hieng und wodurch die elektriſche Kraft zu derſelben von der Röhre geleitet werden ſollte, und welche 80½ Fuß lang war, quer über dieſe ſeidene Schnur, ſo daß die Kugel ohngefähr 9 Fuß unter derſelben hieng. Das andere Ende der Schnur war vermittelſt einer Schleife an die Röhre befeſtigt, welche ſie am andern Ende des Platzes durch Reiben elektriſch machten. Nach dieſer Vorbereitung legten ſie das Metallblättchen unter die elfenbeinerne Kugel, wo alsdann, beym Reiben der Röhre, daſſelbe angezogen, und eine Zeitlang in der Luft frey ſchwebend gehalten ward.

Da ihnen die Gallerie nicht erlaubte, eine einfache Communicationsſchnur länger zu ziehen, ſo verſuchten ſie, die Schnur wieder umzukehren, und machten ſie alſo beynahe zweymal ſo lang, als die Gallerie war, oder ohngefähr 147 Fuß, welches vollkommen gut von ſtatten gieng. Da ſie aber vermutheten, daß das Anziehen ſtärker ausfallen dürfte, wenn die Schnur nicht zurückgeführt würde; ſo bedienten ſie ſich einer Schnur, welche 124 Fuß lang war, und gerade aus in die Scheuer gieng; da ſie alsdenn, ihrer Erwartung gemäß, das Anziehen ſtärker fanden, als wenn die Schnur auf der Gallerie wieder zurückgeführt worden war.

Nachdem ſie am 3. Jul. mit mehreren Zurückführungen der Schnur beſchäftigt waren, begab es ſich, daß die Seide, welche dieſelbe hielt, zerriß, indem ſie das Gewicht davon nicht tragen konnte, da ſie von der Bewegung, welche ſie durch das Rei-

ben der Röhre bekam, erſchüttert ward. Bey dieſem Vorfalle ſuchten ſie daſſelbe, ſtatt der ſeidenen Schnur, von einem dünnen Eiſendrathe tragen zu laſſen; und da dieſer ebenfalls riß, bedienten ſie ſich eines etwas dickern Meſſingdrathes. Dieſer Drath nun trug zwar die Communicationsſchnur ſehr gut, kam aber ihrer Abſicht nicht zu ſtatten, indem beym Reiben der Röhre keine Elektricität an dem Ende der Schnur bemerkt ward, denn ſie war insgeſammt durch den Meſſingdrath, welcher dieſelbe trug, davon gegangen. Sie nahmen Meſſingdrath deßwegen, damit ſie gehörige Feſtigkeit erhielten, ob er gleich nicht dicker als die ſeidene Schnur war; eben ſo wählten ſie vorher ſeidene Schnüre ſtatt des hänfenen Bindfadens, weil ſie jene feſter und doch dünner als dieſen haben konnten. Allein der Ausgang dieſes Verſuchs überzeugte ſie, daß der glückliche Erfolg deſſelben auf die tragende Schnur, in ſo fern ſie Seide war, nicht aber, wie ſie ſich eingebildet hatten, in ſo fern dieſelbe dünn war, ankam. Denn die elektriſche Kraft gieng durch den dünnen Meſſingdrath mit derſelben Macht davon, wie es bey der dicken hänfenen Schnur geſchehen war.

Als ſie daher genöthigt waren, ihre ſeidene Schnüre wieder hervor zu nehmen, ſuchten ſie dieſelben ſo einzurichten, daß ſie ſehr lange Strecken der hänfenen Communicationsſchnur aushielten; und leiteten wirklich die elektriſche Kraft 765 Fuß weit, ohne daß die Wirkung durch die weite Entfernung merklich geſchwächt worden wäre.

Auf dieſelbe Art, wie man Seide als einen Nichtleiter fand, bemerkte man, ſehr wahrſcheinlich um dieſelbe Zeit, die nämliche Eigenſchaft auch am

Haar, Harze, Glaſe, und vielleicht an einigen andern elektriſchen Körpern, unerachtet wir einer ſolchen Entdeckung nirgends erwähnt finden; denn Gray bediente ſich derſelben, um die Körper, die er elektriſirte, ſchwebend zu erhalten.

Hierauf beſchäftigten ſie ſich mit Verſuchen, wie breite Oberflächen mit den elektriſchen Ausflüſſen geſchwängert werden könnten, indem ſie eine breite Landcharte, ein Tiſchtuch u. d. gl. elektriſirten. Sie leiteten auch die elektriſche Kraft auf verſchiedene Wege zugleich, und zwar auf jeden Weg ziemlich weit hinaus.

An den magnetiſchen Ausflüſſen bemerkten ſie, daß dieſe den elektriſchen nicht im geringſten entgegen waren; denn wenn ſie den Magnet mit einem daran hangenden Schlüſſel elektriſirt hatten, zogen Beyde Metallblättchen, eben ſo wie andere Subſtanzen.

Einige Zeit darauf elektriſirte Wheeler, in Abweſenheit des Herrn Gray, einen glühend heißen eiſernen Stecken, und fand das Anziehen eben ſo ſtark, wie bey einem kalten. Auch hieng er ein lebendes kleines Huhn mit den Füßen an die Röhre, und fand die Bruſt deſſelben ſtark elektriſch.

Im Monate Auguſt 1729 fuhr Gray in ſeinen elektriſchen Operationen fort. Er fand, daß er die elektriſche Kraft von der Röhre zur Communicationsſchnur, ohne dieſelbe zu berühren, leiten konnte, und daß das nahe daran Halten der durch Reibung elektriſch gemachten Röhre vollkommen hinreichend war. Da er ſeine vorigen Verſuche mit dieſer dabey getroffenen Veränderung gemeinſchaftlich mit Wheeler wiederholte, und unter andern die elektriſche Kraft auf ver-

verſchiedene Wege zugleich, ohne Berührung der Schnur, führte, bemerkten ſie allemal, daß das Anziehen an dem von der Röhre entfernteſten Orte am ſtärkſten war.

Zu einer andern Zeit ſtellten Wheeler und Gray gemeinſchaftlich einige Verſuche an, um zu erkennen, ob das Anziehen mit der Quantität der Materie in Körpern in einem genauen Verhältniſſe ſtände. Zu dieſer Abſicht elektriſirten ſie einen dichten Würfel von Eichenholz, und einen andern eben ſo großen aber hohlen Würfel; allein ſie konnten keinen Unterſchied in ihrer anziehenden Kraft wahrnehmen, obgleich, nach des Herrn Gray's Meynung, die elektriſchen Ströme durch alle Theile des dichten Würfels hindurch giengen.

Hierauf verbeſſerte Gray ſeine elektriſche Vorrichtung, indem er fand, daß er eine Ruthe ſo gut wie einen Drath elektriſiren konnte, ohne etwas davon in ſeine durch Reiben elektriſch gemachte Röhre zu ſtecken. Er nahm eine große Stange, welche 27 Fuß lang war, an dem einen Ende $2\frac{1}{2}$, und am andern $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchſchnitt hatte. Es war eine Art Holz, welches man Horse-beech nennt, und mit ſeiner Rinde verſehen. Dieſe Stange hieng er horizontal an härnen Schnüren auf; an das dünne Ende der Stange hieng er einen Kork mittelſt eines ungefähr 1 Fuß langen Bindfadens, und legte ein bleyernes Kügelchen auf den Kork, um den Bindfaden ausgedehnt zu erhalten. Wenn alsdenn die Metallblättchen unter den Kork gelegt wurden, und die Röhre gerieben und dem dicken Ende der Stange nahe gehalten ward, ſo zog der Korkball an dem entgegengeſetzten Ende die Metallblättchen zur Höhe ei-

nes Zolls und darüber mit Macht an ſich. Auch bemerkte Gray, daß das Metallblättchen zwar von irgend einem Theile der Stange angezogen ward, jedoch bey weitem nicht ſo ſtark, wie von dem Korke.

Ferner ſtellte Gray Verſuche an, um zu zeigen, daß die elektriſchen Ströme ſowohl in einem Kreiſe als längſt Schnüren geführt, und von einem Kreiſe zum andern fortgebracht werden könnten, und zwar ohne Unterſchied, es mochten die Kreiſe vertikal oder horizontal ſeyn. Ferner fand er, daß mehrere Körper dieſelbe Eigenſchaft beſaßen, worunter er aber nur der trockenen Blätter verſchiedener Bäume Erwähnung thut. Er ſchloß hieraus, daß die Blätter aller Gewächſe dergleichen anziehende Kraft beſäßen.

Unter die beſonders merkwürdigen elektriſchen Verſuche des Herrn Gray gehören diejenigen, die er mit Flüſſigkeiten und thieriſchen Körpern anſtellte. Er löſte im März 1730 Seife in Themſewaſſer auf, hielt eine Tobakspfeife hinein, bließ zum Kopfe derſelben eine Blaſe heraus, brachte die durch Reiben elektriſch gemachte Röhre an das dünne Ende derſelben, und bemerkte, daß die Blaſe Metallblättchen zur Höhe von 2 und 4 Zoll anzog.

Nachher hieng er einen Knaben an härnen Schnüren in einer horizontalen Lage auf, eben ſo wie vorher alle Elektriſirer ihre hänfene Communicationsſchnüre und ihre hölzernen Stäbe aufzuhängen pflegten; als er hierauf die durch Reiben elektriſch gemachte Röhre an deſſen Fuß hielt, nahm er wahr, daß die Metallblättchen mit vieler Lebhaftigkeit von deſſen Kopfe angezogen wurden, ſo daß ſie 8 und bisweilen 10 Zoll hoch in die Höhe flogen. Ward das Metallblättchen unter ſeinem Fuß gelegt, und die Röhre

an

an ſeinen Kopf gehalten, ſo war das Anziehen nur gering. Gray unterſtand ſich nicht, eine Urſache dieſer Erſcheinungen anzugeben. Indeſſen ließ er die Elektricität an verſchiedenen Theilen des Körpers zugleich wirken, ſo wie auch an den Enden langer Stäbe, welche er den Knaben in ſeinen Händen halten ließ, wobey er den Verſuch auf mannichfaltige Art abänderte. Gray zog hieraus die Folge, daß thieriſche Körper eine größere Menge elektriſcher Flüſſigkeiten annehmen, als andere Körper, und daß ſich dieſelbe von ihnen, auf verſchiedene Arten zugleich, in beträchtliche Entfernungen leiten läßt.

Bey allen dieſen Verſuchen bemerkte Gray, daß die Metallblättchen von dem Obertheile eines ſchmalen Ständers zu einer weit größern Höhe angezogen wurden, als von dem Tiſche; und wenigſtens dreymal höher, als wenn es auf dem Fußboden des Zimmers gelegt ward.

Um dieſe Zeit theilte Gray der königlichen Societät ſeine Vermuthung mit, daß Körper, nach Beſchaffenheit ihrer Farbe, mehr oder weniger anzögen, obgleich die Subſtanz einerley, und das Gewicht und die Größe gleich wären. Er verſichert beobachtet zu haben, daß Roth, Orange und Gelb wenigſtens drey⸗ bis viermal ſtärker anzogen, als Grün, Blau und Purpur; er verſprach aber einen umſtändlichern Bericht davon nicht eher mitzutheilen, als bis er eine genauere Methode verſucht hätte, welche er zur Anſtellung dieſer Verſuche ausfindig gemacht hatte. Dieß ſein Verſprechen blieb aber unerfüllt. Die Sache ſelbſt war eine bloße Täuſchung, wie aus einigen nachfolgenden Verſuchen, welche du Fay anſtellte, erhellen wird.

Nach⸗

Nachdem nun Gray gefunden hatte, daß einer Blaſe von Seifenwaſſer die Elektricität mitgetheilt werden konnte, ſo ward er dadurch aufgemuntert, eben dieſes auch mit dem Waſſer ſelbſt zu unterſuchen. Zu dieſer Abſicht elektriſirte er eine auf einen Harzkuchen oder auf eine Glasſcheibe geſtellte hölzerne Schüſſel mit Waſſer, und bemerkte, daß, wenn ein Stückchen Drath, ein Schnittchen dünn Papier, oder ein Stück von einer Glasſcheibe, in einer horizontalen Stellung, in der Entfernung von 1 Zoll oder etwas weiter, über das Waſſer gehalten ward, dieſelben nach der Oberfläche des Waſſers angezogen, und nachher wieder zurückgetrieben wurden; er glaubte aber, daß dieſes Anziehen und Zurückſtoßen nicht ſo oft erfolgen könnte, als es wirklich geſchehen ſeyn würde, wenn der Körper dicht geweſen wäre. Nachher ſuchte er aber die Wirkung der Elektricität auf das Waſſer noch auf eine andere Art zu zeigen. Er füllte nämlich ein Becherchen mit Waſſer bis über den Rand an; und da er eine durch Reiben elektriſch gemachte Röhre in einer Entferuung von ohngefähr 1 Zoll und drüber über ſelbiges hielt, ſo ſahe er, daß ſich zuerſt über der Oberfläche ein kleiner Waſſerberg erhob, und zwar in einer koniſchen Form, auf deſſen Gipfel im Dunkeln ein Licht hervorkam, wobey zugleich ein Kniſtern zu hören war, das beynahe demjenigen gleich kam, welches entſtand, wenn der Finger nahe an die Röhre gehalten ward. Hiebey fiel der Berg, wie er ſich ausdrückt, in den übrigen Theil des Waſſers hinein, und brachte daſſelbe in eine zitternde und wellenförmige Bewegung.

Nachdem er dieſen Verſuch beym Sonnenſcheine wiederholte, fand er, daß ganz kleine Waſſertheil-

chen

chen von dem Obertheile des Berges in die Höhe fuhren, und daß bisweilen ein feiner Waſſerdunſt, wie ein Springbrunnen, von dem Gipfel des Kegels in die Höhe ſprang, woraus ein feiner Strahl hervorkam, deſſen Theile ſo klein waren, daß man ſie kaum erkennen konnte; indeſſen, ſagt er, war es gewiß, daß es ſich ſo verhalten mußte, weil der untere Theil der Röhre feucht war, wenn er ſie nachher gerieben habe. Er ſetzt hinzu, daß er ſeit der Zeit noch wahrgenommen habe, daß, ungeachtet ein ſolcher Waſſerſtrahl nicht allemal aufſteige, doch beſtändig ein Strahl unſichtbarer Theile an die Röhre hinauf gebracht werde, und zwar bisweilen ſo ſtark, daß er daran ganz deutlich zu ſehen ſey.

Gebrauchte er einige von den größern Bechern dazu, welche er ſo hoch als möglich, ohne überzulaufen, anfüllte, ſo ward der mittelſte Theil der Oberfläche, welcher flach war, bey Annäherung der Röhre concav niedergedruckt, und die Theile nach dem Rande zu in die Höhe gehoben; und wenn er die Röhre der Seite des Waſſers gegen über hielt, kamen kleine koniſche Hervorragungen von Waſſer aus demſelben horizontal hervor, welche nach erfolgtem Kniſtern wieder in den übrigen Theil des Waſſers zurückfielen; auch wurden bisweilen kleine Theilchen davon, ſo wie von den vorerwähnten kleinen Theilen deſſelben, abgeworfen.

Er wiederholte dieſen letztern Verſuch mit heißem Waſſer, und fand, daß daſſelbe weit ſtärker, und in einer größern Entfernung, wie zuvor, angezogen ward. Der aus dem Gipfel aufſteigende Dunſt war in dieſem Falle ſichtbar, und die Röhre war mit großen Waſſertropfen beſpritzt.

Auf

Auf gleiche Art ſtellte er dieſe Verſuche mit Queckſilber an, und es ward ſelbiger ebenfalls in die Höhe gehoben, jedoch nicht ſo hoch, wie das Waſſer, dagegen war aber das Kniſtern lauter, und dauerte weit länger, als mit dem Waſſer.

Sonſt bildete er ſich noch ein, eine anhaltende und fortdauernde anziehende Kraft an allen elektriſchen Körpern entdeckt zu haben, welche, um erregt zu werden, weder das Erhitzen, noch Reiben, noch irgend eine Art von Streichen nöthig hätte. Folgende Verſuche bewieſen, ſeiner Meynung nach, dieſe Entdeckung.

Er nahm 19 verſchiedene Subſtanzen, welche theils aus Harz, Gummilack, Plattlack, gelb Wachs, Schwefel, Pech, theils zwey oder drey derſelben verſchiedentlich zuſammengeſetzt waren. Dieſe ſchmolz er in einem kugelrunden eiſernen Löffel, den Schwefel ausgenommen, welcher am beſten in ein gläſernes Gefäß gethan ward. Als dieſelben aus dem Löffel genommen, und ihre runden Oberflächen hart geworden waren, zogen ſie nicht eher an, als bis die Hitze nachgelaſſen hatte, oder bis ſie zu einem gewiſſen Grade der Wärme kamen, da alsdann ein geringes Anziehen bemerkt ward, welches mit zunehmender Erkaltung der Subſtanz immer ſtärker, und zuletzt gar beträchtlich ward.

Die Art, wie er dieſe Materien in einem Zuſtande des Anziehens erhielt, beſtand darin, daß er dieſelben irgend worin einwickelte, wodurch der Zutritt der äußern Luft abgehalten ward. Anfänglich bediente er ſich zu den kleinen Körpern eines weißen Papiers, und zu den größern eines weißen Flanells; nachher aber fand er ſchwarze geſtrickte Strümpfe

pſe eben ſo gut dazu. Nachdem ſie auf ſolche Art eingehüllt waren, that er ſie in eine große feſte Büchſe, worin ſie ſo lange aufbehalten wurden, bis er Gelegenheit hatte, ſie zu gebrauchen.

Auf dieſe Körper gab er 30 Tage lang Acht, und fand, daß ſie beſtändig von einer ſo lebhaften Wirkung waren, wie am erſten oder zweyten Tage, und daß ſie ihre Kraft bis zu der Zeit, da er dieſes ſchrieb, behalten hatten, da doch einige derſelben bereits vor vier Monaten auf erwähnte Art zubereitet worden waren.

Am meiſten redet er von einem großen Kegel aus ſteinhartem Schwefel, welcher mit einem Trinkgeſchirre, worin man ihn geſtoßen hatte, umgeben war; und meldet, daß allezeit, wenn das Glas davon abgenommen ward, derſelbe eben ſo ſtark anzog, wie der Schwefel, welcher in der Büchſe bedeckt aufbehalten ward. Bey ſchöner Witterung zog das Glas ebenfalls, wiewohl nicht ſo ſtark wie der Schwefel, an, als welcher dieſe Kraft allemal äußerte, es möchte auch der Wind oder das Wetter noch ſo veränderlich ſeyn; da hingegen bey allen übrigen Körpern bloß bey feuchtem Wetter das Anziehen nicht ſo ſtark war, wie bey ſchönem.

Gray gedenkt auch eines Kuchens von geſchmolzenem Schwefel, welchen er ohne einige Umhüllung an demſelben Orte mit dem vorhin angeführten Körper, wo die Sonne nicht hinſcheinen konnte, aufbewahrte, und meldet, daß derſelbe noch bis zur Zeit, da er dieſes niederſchrieb, ſeine Kraft äußerte; daß aber deſſen Anziehen nicht den zehnten Theil ſo ſtark war, wie das von dem bedeckten Schwefelkegel.

Die

Die Verſuche dieſes Anziehens ſtellte er mittelſt eines am Ende eines Stabes herabhangenden feinen Fadens an. Den elektriſchen Körper hielt er nämlich in der einen und den Stab in der andern Hand, und er konnte das Anziehen in einer ſo großen Entfernung, wie er denſelben nur halten konnte, bemerken.

Eine andere Reihe von Verſuchen, welche die Herren Gray und Wheeler gemeinſchaftlich angeſtellt hatten, und mit einigen Hawksbee'ſchen von gleicher Art ſind, iſt kürzlich folgende:

Zuerſt unternahm Gray einige Verſuche, welche bereits lange vorher Boyle mit einem durch Reiben elektriſch gemachten Glaſe und verſchiedenen andern Körpern im luftleeren Raume angeſtellt hatte. Er fand, daß dieſe Körper beynahe in gleicher Entfernung, wie an der freyen Luft, anzogen. Um hievon eine nähere Kenntniß zu erhalten, hieng er die durch Reiben elektriſch gemachte Subſtanz unter der Glocke einer Luftpumpe auf, und ließ, nach herausgepumpter Luft, die elektriſche Subſtanz bis zu einer gewiſſen Entfernung von einigen unten auf einem Geſtelle hingelegten leichten Körpern nieder. Der Erfolg war, ſo viel ſich urtheilen ließ, im luftleeren Raume eben derſelbe, wie an der freyen Luft, wenn der Verſuch unter derſelben Glocke angeſtellt und die elektriſche Subſtanz in einem gleichen Zeitraume nach dem vorgenommenen Reiben an die leichten Körper gebracht ward.

Zu Ende des Auguſts 1732 hiengen Gray und Wheeler einen weißen Faden an den oberſten Theil einer Glocke, ſo daß er bis in die Mitte derſelben herabhieng. Als ſie hierauf die Luft aus der Glocke gepumpt und die Glocke gerieben hatten,

ward

ward der Faden mit Macht angezogen. Nachdem er nun wieder ruhig war und ſenkrecht herab hieng, zog ihn die durch Reiben elektriſch gemachte Röhre an ſich; und wenn die Röhre ſachte hinweg genommen ward, bekam der Faden ſeine ſenkrechte Richtung wieder; ward hingegen die Röhre geſchwind hinweg gebracht, ſo ſprang der Faden nach der entgegengeſetzten Seite der Glocke zu. Dieſe letztere Wirkung erfolgte auch, wenn die Hand geſchwind von der Glocke weggezogen ward. Anfänglich kam ihnen dieſes in beyden Fällen ſeltſam vor; bey genauerer Ueberlegung aber ſchloſſen ſie, daß es von der durch die Röhre oder Hand verurſachten Bewegung der Luft herrühren müßte, welche das Anziehen auf dieſer, aber nicht auf der andern Seite, verhinderte. Auch fanden ſie, daß eine durch Reiben elektriſch gemachte Röhre den Faden durch eine andere Glocke hindurch, welche über diejenige, worin er ſich aufgehängt befand, geſetzt ward, anzog. Einige Zeit nachher bemerkte Wheeler, daß der Faden durch fünf über einander geſtellte Glocken, welche ſämmtlich luftleer waren, angezogen ward. Er glaubte ſogar zu bemerken, daß in dieſem Falle das Anziehen noch ſtärker war, als wenn man eine einzige Glocke brauchte.

Um dieſelbe Zeit ſtellten dieſe beyden Herren einen Verſuch an, welcher, wie ſie ſagten, zeigte, daß das Anziehen durch undurchſichtige ſowohl, als durchſichtige Körper, auch in keinem luftleeren Raume, mitgetheilt würde. Sie nahmen eine Schelle, aus welcher ſie den Klöpfel herausgenommen hatten, hängten einen mit Honig beſtrichenen Kork oben an dieſelbe an, und ſetzten ſie auf ein Stück Glas, worauf ſie einige Metallblättchen gelegt hatten. Alsdenn

ward die durch Reiben elektriſch gemachte Röhre verſchiedenen Theilen der Glocke nahe gehalten. Nachdem nun dieſelbe abgehoben wurde, fand man verſchiedene Stücke der Metallblättchen an dem Korke anklebend, andere hingegen von ihren Stellen verruckt, indem ſie aller Wahrſcheinlichkeit nach von der Glocke angezogen worden waren.

Gray elektriſirte einen auf Harzkuchen ſtehenden Knaben eben ſo ſtark, wie er ihn vorher, als er in Haarſchnüren hieng, elektriſirt hatte. Nachher elektriſirte er einen in Haarſchnüren hängenden Knaben vermittelſt einer Communicationsſchnur von einem andern Knaben, welcher, einige Fuß von ihm entfernt, elektriſirt ward. Er veränderte dieſen Verſuch mit Stangen und Knaben auf mannichfaltige Art, und folgerte daraus, daß ſich die elektriſche Kraft nicht nur von der Röhre, an einer Stange oder Schnur, zu entfernten Körpern leiten ließe; ſondern daß auch eben dieſelbe Stange oder Schnur dieſe Kraft einer andern Stange oder Schnur in einer Entfernung davon mittheile; und daß, vermittelſt dieſer andern Stange oder Schnur, die anziehende Kraft zu noch entferntern Körpern geleitet werden könne.

Im nächſtfolgenden December führte Gray dieſen Verſuch etwas weiter, indem er die Elektricität zu Körpern leitete, welche die Communicationsſchnur nicht berührten, wobey er dieſelbe durch den Mittelpunkt von Reifen, die auf Glas ſtanden, hindurch gehen ließ. Einer dieſer Reifen hatte zwanzig, und ein anderer vierzig Zoll im Durchmeſſer.

Da die bisher angeführten elektriſchen Verſuche des Herrn Gray bekannt wurden, ſo ward du Fay in

in Frankreich dadurch veranlaßt, dieſe mit vieler Genauigkeit zu wiederholen. Hiebey war er ſo glücklich, verſchiedene ganz neue Wahrnehmungen zu machen, und die bis dahin bekannten mit verſchiedenen von eigener Erfindung zu vermehren, welche allerdings angeführt zu werden verdienen. Aus dieſen ſeinen Bemühungen entſtanden von ihm acht lange Abhandlungen, welche ſich in den Pariſer Mémoires befinden [i]). Die erſte ſeiner Abhandlungen enthält eine kurze Geſchichte der Elektricität bis auf das Jahr 1732.

Du Fay fand, daß alle Körper, metalliſche, weiche und flüſſige ausgenommen, elektriſch gemacht werden könnten, wenn man ſie zuerſt mehr oder weniger heiß machte, und ſodann mit irgend einer Art Zeug rieb. Auch nimmt er diejenigen Subſtanzen aus, welche durch die Hitze weich werden, z. B. Gummi, oder die, welche ſich im Waſſer auflöſen, z. B. Leim. Auch bemerkte er, daß die härteſten Steine und Marmorarten ein ſtärkeres Reiben und Erhitzen erforderten, als andere Körper, und daß eben dieſe Regel auch in Anſehung der Holzarten ſtatt finde, ſo daß Buchsbaumholz, Franzoſenholz und andere Arten ſehr harter Hölzer faſt bis zu einem Grade des Brennens erhitzt werden müſſen; da hingegen Tannen- Linden- und Pantoffelholz nur eine mäßige Hitze verlangen.

Ferner fand er, daß nicht nur feuchte Luft, ſondern auch ſtarke Hitze der Elektricität nachtheilig war, und daß ſeine Verſuche öfters in den wärmſten Stunden an einem ordentlich mäßig warmen Tage nicht von ſtatten gehen wollten.

Bey

i) Mém. de Paris. an. 1733. 1734. 1737.

Bey Wiederholung der Gray'ſchen Verſuche, dem Waſſer die Elektricität mitzutheilen, meldet er, wahrgenommen zu haben, daß alle Körper ohne Ausnahme, ſie mochten dicht oder flüſſig ſeyn, dazu aufgelegt waren, wenn ſie auf Glas, welches nur ein wenig erwärmt oder bloß getrocknet war, geſtellt wurden, und die durch Reiben elektriſch gemachte Röhre nahe daran gebracht ward. Inſonderheit gedenkt er ſeiner angeſtellten Verſuche mit Eis, angezündeter Holzkohle und was ihm ſonſt damahls von ohngefähr in die Hände gefallen, und verſichert, beſtändig bemerkt zu haben, daß ſolchen Körpern, welche an ſich ſelbſt am wenigſten elektriſch waren, durch die Annäherung der durch Reiben elektriſch gemachten Röhre der ſtärkſte Grad der Elektricität mitgetheilt worden ſey.

Er widerlegt Gray's Behauptung in Anſehung der verſchiedenen Elektricität verſchieden gefärbter Körper, und zeigt, daß dieſes nicht von der Farbe, als Farbe, ſondern vielmehr von der Subſtanz, welche zum Färben derſelben genommen worden, herrührt habe.

Um zu erfahren, ob nicht gewiſſe Körper mehr elektriſche Materie in ſich nehmen, als andere, hieng er ſeidene, wollene, baumwollene und linnene Fäden an eine auf ſeidenen Schnüren ruhende eiſerne Stange, und fand, daß, wenn die elektriſche Glasröhre nahe an die Stange gehalten ward, die linnenen Fäden am weiteſten aus einander fuhren, und ſolchergeſtalt die meiſte Veränderung erlitten; nächſtdem die baumwollenen; alsdann die ſeidenen, und die wollenen endlich am wenigſten, ſo daß bey letztern die Enden des Fadens am nächſten zuſammen blieben.

Hier-

Hieraus ſchloß er, daß von allen dieſen Subſtanzen der Zwirn die meiſte Elektricität in ſich faſſe.

Als er nach Gray's Art die Elektricität der Röhre einem Bindfaden mitgetheilt hatte, ſo bemerkte er, daß der Verſuch beſſer gelang, wenn er die Schnur naß machte; und ungeachtet er den Verſuch in einer Entfernung von 1256 Fuß anſtellte, als der Wind ſtark gieng, wobey die Schnur acht Wendungen machte und durch zwey verſchiedene Gänge eines Gartens gezogen war, die elektriſche Kraft dennoch mitgetheilt ward.

Du Fay nahm zuerſt wahr, daß aus einem lebenden Körper elektriſche Funken ausfahren. Hiebey war der Abt Nollet, ſo wie bey den meiſten ſeiner Verſuche, gegenwärtig, der nachher ſelbſt als Elektriſirer berühmt wurde.

Als du Fay ſich ſelbſt, ſo wie Gray einen Knaben, auf ſeidenen Schnüren ſchwebend gelegt hatte, bemerkte er, daß, ſobald er elektriſirt worden war, und jemand ſeine Hand einen Zoll weit an ſein Geſicht, Füße, Hände oder Kleider hielt, aus ſeinem Körper ein oder mehrere ſtechende Funken herausfuhren, welche von einem Kniſtern begleitet waren. Er meldet, daß dieſer Verſuch derjenigen Perſon ſowohl, welche ihre Hand nahe gehalten, als ihm ſelbſt, einen kleinen Schmerz verurſacht habe, welcher dem Schmerze von dem plötzlichen Stiche einer Nadel, oder dem Brennen eines Funkens gleich geweſen, und daß derſelbe durch ſeine Kleider eben ſo ſtark, wie an ſeinen bloßen Händen oder dem Geſichte, zu fühlen geweſen ſey. Auch bemerkt er, daß dieſes Kniſtern im Dunkeln lauter Feuerfunken dargeſtellt habe.

Der Abt Nollet[k]) ſchreibt, daß er die Beſtürzung nie vergeſſen werde, den der erſte elektriſche Funke, welcher je aus dem menſchlichen Körper hervorgelockt worden, dem Hrn. du Fay ſowohl, als ihm ſelbſt, verurſacht habe.

Du Fay bemerkt, daß dergleichen Kniſtern und Funken alsdenn nicht bemerkt worden ſeyen, wenn ein Stück Holz, Tuch, oder irgend eine andere Subſtanz, als ein lebender menſchlicher Körper, ihm nahe gebracht wurden; Metall ausgenommen, als welches beynahe einerley Wirkung mit dem menſchlichen Körper äußerte. Sonſt war er der Meynung, daß das Fleiſch todter Thiere bloß ein einförmiges Licht, ohne Kniſtern oder Funken, von ſich gebe. Indeſſen folgerte er aus dieſem Umſtande damahls, daß die Körper lebender Thiere, wie auch Metalle, mit einem Dunſtkreis umgeben wären, welcher durch elektriſches Licht wirklich in Feuer geſetzt würde.

Er bemerkte, daß eine Katze einen elektriſchen Funken von ſich gab, welcher ihr augenſcheinlich Schmerzen verurſachte, wenn man den Finger an irgend einen Theil ihres Körpers hielt, nachdem man ſie, indem ſie auf einem ſeidenen Küſſen ſaß, mit der Hand geſtrichen hatte.

Er machte ſich Hoffnung, brennbare Subſtanzen mit dem elektriſchen Funken anzünden zu können, und ſtellte in dieſer Abſicht verſchiedene Verſuche mit Zündſchwamm und Schießpulver an; allein ſie liefen alle fruchtlos ab. Dieſe Entdeckung war den Deutſchen vorbehalten.

Die beyden Hauptwahrnehmungen des du Fay beſtehen in der Entdeckung eines, wie er ſich ausdruckt,

k) Leçons de phyſique. Vol. VI. p. 408.

druckt, ſehr einfachen Princips, aus welchem ſich eine Menge Unregelmäßigkeiten, welche die meiſten elektriſchen Verſuche zu begleiten ſcheinen, ſehr leicht erklären läßt, und eines andern Grundſatzes, welcher noch merkwürdiger und allgemeiner iſt, als das erſte Princip. Sein erſter Grundſatz beſteht darin, daß elektriſche Körper alle diejenigen Körper, welche nicht elektriſch ſind, an ſich ziehen, und dieſelben, ſobald ſie elektriſch geworden ſind, von ſich ſtoßen. Auf ſolche Art wird ein Goldblättchen zuerſt von der Röhre angezogen, bekommt durch ſeine Annäherung eine Elektricität, und wird folglich ſofort wieder zurückgeſtoßen, auch, ſo lange es ſeine elektriſche Beſchaffenheit behält, niemals wieder angezogen. Setzt es ſich indeſſen, wenn es freyſchwebend erhalten wird, von ohngefähr an irgend einen andern Körper an, ſo verliert es ſogleich ſeine Elektricität, und wird alsdann von der Röhre wieder angezogen, welche, nachdem ſie demſelben eine neue Elektricität mitgetheilt hat, es zum zweyten male von ſich ſtößt; und dieß Zurückſtoßen dauert ſo lange, als die Röhre ihre elektriſche Kraft behält. Mit Hülfe dieſes Grundſatzes ſucht er insbeſondere verſchiedene der Hawksbee'ſchen Verſuche zu erklären.

Den andern Grundſatz entdeckte er auf folgende Art: Als er mittelſt der elektriſch gemachten Röhre ein Goldblättchen in der Luft freyſchwebend hielt, näherte er demſelben ein Stück elektriſch gemachtes Gummicopal, und bemerkte, daß es von dieſem ſogleich angezogen ward und hangen blieb. Dieſe Wirkung war ſeiner Vermuthung entgegen, indem nach ſeiner Meynung der Copal das elektriſche Goldblättchen zurückſtoßen ſollte. Er wiederholte dieſen Ver-

ſuch verſchiedene mal mit demſelben Erfolg. Hieraus folgerte er nun den zweyten Grundſatz, daß es nämlich zwey verſchiedene und einander entgegengeſetzte Elektricitäten gebe, die eine, wie er ſie nennt, die gläſerne oder glashafte (electricité nitrée), und die andere die harzige Elektricität (electricité reſineuſe). Die erſte iſt diejenige, welche dem Glaſe, dem natürlichen Kryſtalle, den Edelſteinen, den Haaren der Thiere, der Wolle, und einigen andern Körpern beywohnt. Das Unterſcheidungszeichen dieſer beyden Arten von Elektricität beſtehe darin, daß ſie ſich ſelbſt zurückſtoßen, und daß ſie einander anziehen. Ein mit der gläſernen Elektricität begabter Körper alſo ſtößt alle übrige mit gleicher Art von Elektricität verſehene Körper zurück, und zieht hingegen alle diejenigen, welche mit der harzigen Elektricität begabt ſind, an ſich; und ſo auch ſtößt der mit der harzigen begabte einen andern von gleicher Art von ſich, und zieht den mit der gläſernen Elektricität begabten an ſich. Aus dieſem Grundſatze, ſagt er, laſſe ſich eine Menge anderer Erſcheinungen ganz leicht erklären; und aller Wahrſcheinlichkeit nach könne uns dieſe Wahrheit auf die Entdeckung vieler andern Dinge leiten.

Um zu erfahren, zu welcher von den beyden Claſſen der Elektricität ein gewiſſer Körper gehöre, hieng er eine ohngefähr 6 Zoll lange metallene Nadel an einem ſeidenen Faden auf, und machte ſie elektriſch. Hierauf machte er verſchiedene Körper durch Reiben elektriſch. Stieß nun dieſer bey gehöriger Annäherung die Nadel von ſich, ſo ſchloß er daraus, daß er von gleicher Art der Elektricität mit derſelben wäre; zog er hingegen dieſelbe an, ſo ſchloß er daraus auf die gläſerne Elektricität.

Er

Er bemerkte auch, daß mitgetheilte Elektricität gleiche Eigenſchaft mit der durch Reiben erregten hatte. Denn, als er hölzerne oder elfenbeinerne Kugeln mittelſt der Glasröhren elektriſch gemacht hatte, fand er, daß dieſelben eben diejenigen Körper von ſich ſtießen, welche die Röhre zurückſtieß, und daß ſie hinwiederum eben diejenigen an ſich zogen, welche von der Röhre angezogen wurden. War ihnen die harzige Elektricität mitgetheilt worden, ſo beobachteten ſie dieſelbe Regel, daß ſie diejenigen Körper an ſich zogen, welchen die gläſerne Elektricität mitgetheilt war, und hingegen diejenigen von ſich ſtießen, welche die harzige Elektricität bekommen hatten. Jedoch nahm er wahr, daß der Verſuch alsdann nicht glücken wollte, wenn die Körper nicht im gleichen Grade elektriſch gemacht waren; denn wenn der eine nur ſchwach elektriſch gemacht war, ſo ward er von demjenigen, welcher ſtärker elektriſch gemacht war, von welcher Beſchaffenheit er auch ſeyn mochte, angezogen.

Dieſe wichtige Entdeckung der beyden Arten von Elektricität ließ aber du Fay noch ſehr unvollkommen. Erſt durch Franklin wurde ſie näher beſtimmt. Nach du Fay's Tode wurde dieſe wichtige Entdeckung wieder außer Acht gelaſſen, und ſelbſt du Fay ſcheint zuletzt die Meynung, welche zu Franklin's Zeiten durchgängig die Oberhand hatte, angenommen zu haben, daß nämlich die beyden Arten Elektricität bloß dem Grade nach von einander verſchieden wären, und daß die ſchwächere von der ſtärkern angezogen würde.

Ferner fand du Fay, daß die Elektricität von einem Körper zum andern, einen Zwiſchenraum von 10 bis 12 Fuß hindurch, in deſſen Mitte ein brennendes

 Licht

Licht ſtand, fortgepflanzt werden könne. Auch glühendes Eiſen ließ ſich ſehr gut elektriſiren.

Du Fay war der erſte, welcher ſich bemühte, verdichtete Luft elektriſch zu machen; ſein Verſuch lief aber fruchtlos ab. Weil er vermuthete, daß dieſes von der Feuchtigkeit herrühren möchte, welche etwa beym Gebrauche ſeines Verdichtungswerkzeuges zugleich in die Röhre mit hinein getrieben worden wäre; ſo kittete er eine große Windkugel an ſeine Röhre an, und preßte die Luft darin zuſammen, indem er die Windkugel über Feuer hielt. Hierauf verſchloß er den Hahn, welchen er eben in der Abſicht dabey angebracht hatte, um das Zurücktreten der zuſammengepreßten Luft zu verhüten, und machte die Röhre von der Windkugel loß, fand aber, daß die Röhre auf ſolche Art durch Reiben nicht elektriſch werden wollte. Der Abt Nollet[l]), welcher bey den meiſten Verſuchen des du Fay zugegen war, erklärte, daß er auch ſogar mit dieſer gebrauchten Vorſicht noch nicht zufrieden ſey, indem er glaube, daß die Urſache, warum die Röhre durchaus nicht elektriſch werden wolle, noch immer an der Feuchtigkeit läge, welche beſtändig in der Luft vorhanden ſey, und deren Theilchen nothwendig durch das Verdichten näher an einander gebracht werden müßten. Zur Widerlegung dieſes Einwurfs ſagt Boulanger[m]), daß, wenn man ein Gläschen Waſſer in eine Röhre gieße, und ſofort wieder herausnehme, dieſes die Fähigkeit des Glaſes, ſich elektriſch machen zu laſſen, bey weitem nicht ſo ſehr aufhebe, wie die verdichtete Luft.

Du

l) *Nollet* recherches. p. 258.

m) Traité de la cauſe et des phénomènes de l'électricité. à Paris 1750. 8.

Du Fay bemerkte zuerſt, daß elektriſche Subſtanzen den Thau mehr anzögen, als Leiter. Beccaria [n]) erklärt dieß dadurch, daß er annimmt, daß Veränderungen in der Elektricität der Luft gleichmäßige Veränderungen in der Elektricität der Metalle, worin ſich die elektriſche Flüſſigkeit mit der größeſten Bequemlichkeit bewege, gar leicht, in dem Glaſe hingegen nicht hervorbringen. So oft alſo der Zuſtand der elektriſchen Flüſſigkeit in der Luft verändert iſt, ſo oft wird das Glas mehr oder weniger elektriſch, und zieht daher die Dünſte in der Luft an ſich.

Boyle hat an einem gewiſſen Diamant wahrgenommen, daß er gerieben einige elektriſche Kraft zeigte, und im Dunkeln ein Licht von ſich gab. Er glaubte, daß dieſer der einzige ſey, welchem dieſe merkwürdige Eigenſchaft zukomme. Allein du Fay fand, daß alle Diamanten, ſie mochten eine Farbe beſitzen, welche ſie wollten, durch Reiben elektriſch gemacht werden konnten, und im Dunkeln leuchteten. Es fand aber ein beträchtlicher Unterſchied zwiſchen ihnen ſtatt; im Allgemeinen konnte er aber nichts weiter beſtimmen, als daß die größten Diamanten weder mehr elektriſch, noch mehr leuchtend wurden, wie die kleinſten; in Anſehung der Farbe hingegen war der Unterſchied ſehr bemerklich.

Wheeler hatte im Jahr 1732 verſchiedene Verſuche über die zurückſtoßende Kraft der Elektricität angeſtellt, und gab im Sommer des folgenden Jahrs darauf dem Herrn Gray Nachricht davon, um ſie durch ſeine Vermittelung der königlichen Societät mitzuthei-

n) Dell' elettriciſmo artificiale e naturale libri due. 1753. 4. p. 179.

zutheilen; unterdeſſen aber erfuhr er, daß ſich du Fay mit demſelben Gegenſtande über die zurückſtoßende Kraft beſchäftigte, und beſchloß daher, ſeine Bemerkungen nicht bekannt machen zu laſſen. Als er aber nachher fand, daß ſeine Verſuche von den du Fay'ſchen ganz verſchieden waren, ſo ließ er ſich endlich bereden, ſie in die philoſophiſchen Transactionen auf das Jahr 1739 einrücken zu laſſen.

Die Verſuche wurden mit Fäden von verſchiedener Art und andern Subſtanzen, welche an ſeidenen Schnüren hiengen, angeſtellt, und zwar insgeſammt in der Abſicht, um, bey Annäherung einer durch Reiben elektriſch gemachten Röhre, einander zurückzuſtoßen. Den Erfolg von dieſen allen faßte er in folgende drey Sätze zuſammen: 1. daß Körper, welche von einem andern durch Reiben elektriſch gemachten Körper die Elektricität erhalten haben, von demſelben fortgeſtoßen werden; 2. daß zwey oder mehrere Körper, welche von einem andern die Elektricität erhalten haben, und alſo durch Mittheilung elektriſch gemacht worden, ſich unter einander fortſtoßen; 3. daß durch Reiben elektriſch gemachte Körper ſelbſt einander zurückſtoßen.

Gray bezeugte eine ſehr große Freude, daß ſeine vormaligen Wahrnehmungen mit ſo vielem Fleiße von dem Herrn du Fay wiederholt worden waren, welcher, wie er eingeſteht, verſchiedene neue Bemerkungen gemacht hatte. Dieß veranlaßte ihm, nachfolgende Verſuche, welche in die Zeit des Jun. und Aug. 1734 fielen, anzuſtellen.

Da du Fay wahrgenommen hatte, daß das erwähnte Kniſtern und die Funken ſehr ſtark durch

ein

ein Stück Metall, welches man an die in ſeidenen Schnüren hangende Perſon hielt, hervorgebracht wurden; ſo folgerte Gray daraus, daß, wenn der Verſuch verkehrt angeſtellt, und, ſtatt des menſchlichen Körpers, eine Metallſtange in ſeidene Schnüre gehängt würde, einerley Wirkung erfolgen würde. Daher hieng er verſchiedene Metallſtangen in ſeidene Stricke, und machte den Anfang mit dem gemeinen Hausgeräthe, das ihm zur Hand war, z. B. einer eiſernen Ofengabel, Feuerzange, Schaufel u. d. gl., und fand, daß, nachdem er ſie elektriſirt hatte, ſie ebenfalls ſtechende und ſchnappende Funken von ſich gaben, dergleichen unter ähnlichen Umſtänden aus dem menſchlichen Körper herausgekommen waren. Dieß war der Urſprung der metalliſchen Leiter, welche nachher ſo ſehr in Gebrauch gekommen ſind.

Es fiel dem Herrn Gray damals nicht ein, ſeine Verſuche im Finſtern zu machen, um das aus dem Eiſen hervorkommende Licht zu erblicken, indem er nicht vermuthete, daß die den Metallen mitgetheilte Elektricität ſo erſtaunende Erſcheinungen hervorbringen könnte, wie er doch, ſeiner Verſicherung nach, nachher wirklich gefunden hat.

Da er ſeine Verſuche mit dem Herrn Wheeler gemeinſchaftlich fortſetzte, ſo fanden ſie, daß, der Behauptung des Herrn du Fay zuwider, das Fleiſch der todten Thiere beynahe dieſelben Erſcheinungen, wie das Fleiſch lebender Thiere, wahrnehmen ließ.

Als Gray im Verfolge ſeiner Verſuche mit ſeinen Freunden eine 4 Fuß lange und ½ Zoll dicke eiſerne Stange nahmen, welche an beyden Enden zwar zugeſpitzt, aber doch nicht ſcharf gemacht war, dieſel-

ſelbe des Nachts in ſeidenen Schnüren aufhiengen, und die elektriſch gemachte Glasröhre an das eine Ende derſelben hielten, ſo bemerkten ſie, daß nicht allein an dieſem, ſondern zugleich auch am andern Ende derſelben ein Licht entſtand, worüber ſie in Verwunderung geſetzt wurden. Dieſes Licht breitete ſich in Geſtalt eines Kegels aus, deſſen Ende nach der Spitze der Stange zu gerichtet war; und Gray ſowohl, als ſeine Freunde, konnten ganz deutlich wahrnehmen, wie dieſer Kegel aus beſondern Faſern oder Strahlen des Lichts beſtand, welche ſich von dem Ende der Stange entfernten, und aus einander fuhren, imgleichen, daß die äußerſten Strahlen gekrümmt waren. Dieſes Licht erſchien bey jedesmaligem Streichen der Röhre. Ferner nahmen ſie wahr, daß dieſes Licht allemal von einem kleinen Kniſtern oder Ziſchen, wie es Gray nennt, begleitet war, welches, wie ſie ſich einbildeten, an dem Ende zunächſt der Röhre anfieng, und immer ſtärker ward, je näher es dem andern Ende kam. Indeſſen meldet er, daß dieſer Laut nur von denjenigen Perſonen, welche der Stange nahe geſtanden und genau darauf Acht gegeben hatten, zu vernehmen geweſen ſey.

Nachdem im folgenden Monate September Gray bey ſeiner Zurückkunſt nach London dieſe Verſuche wiederholte, beobachtete er eine Erſcheinung, die ihm auffiel. Als die Röhre, wie zuvor, an die eiſerne Stange gehalten ward, und das Licht, welches ſich an beyden Enden gezeigt hatte, verſchwunden war, kam daſſelbe abermals zum Vorſchein, als er ſeine Hand nahe an das Ende der Stange hielt; und indem er dieſe Bewegung mit ſeiner Hand wiederholte, ſah er dieſes Licht 5 bis 6 mal hinter einander, jedoch

doch wurden die Strahlen jedesmal kürzer. Auch bemerkte er, daß dieſes Licht, welches bey Annäherung ſeiner Hand aus der Röhre hervorkam, eben ſo wie die andern von einem Ziſchen oder Kniſtern begleitet war.

Er nahm wahr, daß von dem Lichte, welches an dem Ende zunächſt der Röhre zum Vorſchein kam, wenn ſie ſchief gegen die Axe der Stange gehalten ward, die Strahlen nach derſelben hinfuhren, und daß zwar jederzeit, wenn er die Röhre rieb, die Lichtflammen bey jeder Bewegung ſeiner Hand über oder unter der Röhre zu ſehen waren, daß aber die ſtärkſten Flammen durch die Bewegung ſeiner Hand unterwärts hervorgebracht wurden.

Als er zwey oder drey ſolcher Stäbe neben einander gelegt hatte, entweder in einer geraden Linie oder in beliebigen Winkeln, und nachher die elektriſche Röhre an das Ende eines Stabes hielt; ſo nahm er an dem weiteſten Ende des letzten Stabes alles das wahr, was der Verſuch mit einem einzigen Stabe zeigte.

Bey dem Verſuche mit einem Stabe, welcher nur an einem Ende zugeſpitzt war, bemerkte er, daß ſich am andern Ende nur ein einfaches Praſſeln hören ließ, welches aber viel vernehmlicher war, als das ſtärkſte desjenigen, welches an der Spitze der Stange zu hören war, ſo daß der dadurch verurſachte Schmerz, welcher einem Stechen oder Brennen glich, weit empfindlicher, und das Licht weit heller und dichter beyſammen war.

Als er eine zinnerne Schüſſel mit der eiſernen Stange verband, und die Schüſſel mit Waſſer anfüllte, bemerkte er eben dergleichen Licht, eben dergleichen

chen Stoßen an den Finger, und eben dergleichen Praſſeln, als wenn der Verſuch mit der leeren Schüſſel angeſtellt ward. Und wenn der Verſuch mit Waſſer bey Tage vorgenommen ward, ſtieg daſſelbe unter dem darüber gehaltenen Finger wie ein kleiner Hügel in die Höhe, und fiel nach erfolgtem Praſſeln wieder nieder, wobey das Waſſer zunächſt an dem Orte, wo es in die Höhe geſtiegen war, in eine wellenförmige Bewegung geſetzt ward.

Dieſe Wirkungen waren einerley mit denjenigen, welche er vorher vor dem unmittelbaren Wirken der Röhre bemerkt hatte. Durch dieſe Verſuche aber fand er, wie er meldet, daß man vermöge der mitgetheilten Elektricität eine wirkliche Flamme oder Feuer, nebſt einem Praſſeln und Aufwallen des Waſſers, hervorbringen könne. Uebrigens fügt er noch hinzu: ungeachtet dieſe Wirkungen anjezt nur noch gar gering ſind, ſo wird doch, aller Wahrſcheinlichkeit nach, mit der Zeit noch ein Mittel ausfindig zu machen ſeyn, eine größere Quantität des elektriſchen Feuers zu ſammeln, und mithin die Stärke dieſer Kraft zu vermehren, welche, verſchiedenen dieſer Verſuche zu Folge, mit der Beſchaffenheit des Donners und Blitzes von gleicher Natur zu ſeyn ſcheint.

Als Gray am 18. Febr. 1735 bey Wiederholung der Verſuche ſtatt der eiſernen Stange hölzerne Stäbe nahm, fand er, daß alle Wirkungen einerley, aber weit ſchwächer waren. Um dieſelbe Zeit wiederholte er auch das Elektriſiren des Waſſers, und fand, daß die oben angeführten Erſcheinungen nicht nur, wenn die Röhre nahe an das Waſſer gehalten ward, ſondern auch alsdenn, wenn ſie zurückgenommen

men und nachher der Finger daran gehalten ward, hervorgebracht wurden.

Am 6. May deſſelben Jahrs hatte er ſeinen Bedienten in ſeidene Schnüre gehangen, und gefunden, daß derſelbe das elektriſche Feuer zuerſt einer, und nachher verſchiedenen Perſonen, welche auf elektriſchen Körpern ſtanden, mitzutheilen vermögend war.

Gray ſchien noch immer in den Gedanken zu ſtehen, daß es bey der Elektricität gewiſſer Maaßen auf die Farbe mit ankäme. Der in blauen Schnüren elektriſirte Knabe, bemerkt er, behielt ſeine anziehende Kraft 50 Minuten, der in ſcharlachenen 25, und der in orangefarbigen 21 Minuten lang. Aus dieſen Verſuchen, ſetzt er hinzu, erſieht man die Wirkſamkeit der Elektricität auf Körper, welche in Schnüre von gleicher Subſtanz, aber von verſchiedener Farbe, hangen.

Seine letzten Verſuche ſind diejenigen, welche er mit eiſernen Kugeln in der Abſicht anſtellte, um zu beobachten, wie ſich leichte Körper um dieſelben herum bewegten. Hiebey ſcheint er ſich aber am meiſten getäuſcht zu haben. Er führt an, daß er vor kurzem verſchiedene neue Verſuche über die fortwerfende und ſchwingende Bewegung kleiner, leichter, freyhängender Körper durch die Elektricität angeſtellt habe, wodurch kleine Körper um größere in Bewegung geſetzt werden könnten, und zwar entweder in Kreiſen oder Ellipſen, welche entweder einerley oder verſchiedene Mittelpunkte mit dem größern hätten, um welchen ſie ſich bewegten, ſo daß ſie etlichemal um denſelben herumliefen. Dieſe Bewegung geſchehe allemal nach derjenigen Richtung, in welcher ſich die Planeten um die Sonne bewegten, nämlich von der Rechten

zur Linken, oder von Abend gegen Morgen. Dieſe kleinen Planeten, woſern er ſie ſo nennen dürfe, bewegten ſich im Apogäo, oder, wenn ſie von dem Brennpunkte des elektriſchen Körpers am weiteſten entfernt wären, viel geſchwinder, als im Perigäo, oder wenn ſie demſelben am nächſten wären; welches von der Bewegung der Planeten um die Sonne gerade das Gegentheil ſey.

Auf dieſe Verſuche war Gray nur ganz kurz vor ſeiner letzten Krankheit gefallen, und der Tod übereilte ihn vor völliger Ausführung derſelben; indeſſen hatte er die Nachricht, wie weit er damit gekommen war, dem damaligen Sekretair der königlichen Societät, Cromwell Mortimer, in die Feder dictirt, um ſolche der Societät zu übergeben. Er hatte gegen Mortimer geſtanden, daß er über die unvermutheten Erfahrungen, welche er bey dieſen Verſuchen machte, beſtürzt worden ſey, und daß ſolches ſich allemal vermehrte, ſo oft er dieſelben vermehrt habe. Er glaubte gewiß, daß, wenn ihm die Vorſehung ſein Leben noch eine kurze Zeit verlängert hätte, er durch dieſe neu entdeckten Erſcheinungen die elektriſchen Verſuche zu ihrer größten Vollkommenheit hätte bringen können. Auch zweifelte er nicht, daß er der Welt in kurzer Zeit ein neues Planetarium, woran noch niemand gedacht habe, hätte liefern können; und daß aus dieſen Verſuchen eine gewiſſe Theorie in Anſehung der Bewegung des großen Planetenſyſtems des ganzen Univerſums würde haben aufgeführt werden können. Dieſe Verſuche, ſo täuſchend ſie auch ſind, verdienen zugleich mit denjenigen, welche nach Gray's Tode angeſtellt wurden, kürzlich angeführt zu werden.

Wenn man, ſagt Gray, eine kleine eiſerne Kugel von 1 oder 1½ Zoll im Durchmeſſer nimmt, ſie in die Mitte eines Harzkuchens legt, der 7 oder 8 Zoll im Durchmeſſer hat und vorher entweder durch gelindes Reiben, oder daß man 3 bis 4 mal mit der Hand darauf geſchlagen, oder durch ein wenig Erwärmen am Feuer elektriſch gemacht worden iſt; alsdann einen leichten Körper, z. B. ein Korkſtückchen, an einen ſehr dünnen Faden von 5 oder 6 Zoll bindet, und den Faden zwiſchen dem Daumen und Zeigefinger hält, ſo daß der leichte Körper recht über dem Mittelpunkte der Kugel hängt: ſo wird man ſehen, daß ſich der leichte Körper von ſelbſt um die Kugel herum, und zwar von Weſten gegen Oſten, zu bewegen anfängt. Wenn der Harzkuchen kreisrund iſt, und die eiſerne Kugel recht in ſeinem Mittelpunkte liegt, ſo beſchreibt der leichte Körper einen Kreis um die Kugel; liegt aber die Kugel nicht im Mittelpunkte des Harzkuchens, ſo beſchreibt er eine Ellipſe, deren Eccentricität der Weite der Kugel von dem Mittelpunkte des Harzkuchens proportional iſt. Beſitzt der Harzkuchen eine elliptiſche Form, und liegt die eiſerne Kugel in dem Mittelpunkte deſſelben, ſo iſt die Bahn des leichten Körpers ebenfalls eine Ellipſe von gleicher Eccentricität mit der Geſtalt des Kuchens. Wenn die Kugel in oder nahe bey einem Brennpunkte der Ellipſe des Kuchens liegt, ſo wird ſich der leichte Körper im Apogäo ſeiner Bahn viel geſchwinder, als in ſeinem Perigäo bewegen.

Wenn man die eiſerne Kugel auf einem eiſernen Geſtelle, welches ohngefähr 1 Zoll hoch iſt, befeſtigt, und daſſelbe auf einen Tiſch mitten in einem gläſernen Zirkel, oder in ein Stück von einem hoh-

len gläſernen Cylinder, welches etwa 7 Zoll im Durchmeſſer und 3 Zoll in der Höhe hat, ſetzt, ſo wird, wenn man den gläſernen Ring vorher wohl gerieben hat, und wie vorhin einen leichten Körper darüber hält, dieſer ſich um die Kugel von Weſten gegen Oſten bewegen, und einen Kreis zu beſchreiben anfangen, wofern die Kugel über dem Mittelpunkte des Glaſes ſteht, und dieſes eine vollkommene kreisrunde Figur hat; oder er wird eine Ellipſe beſchreiben, wofern die Kugel nicht im Mittelpunkte ſteht; eben auf die Art, wie im vorhergehenden Verſuche angemerkt worden iſt. Wenn eben dieſe eiſerne Kugel auf den bloßen Tiſch, ohne den Harzkuchen und ohne den gläſernen Ring, gelegt wird, ſo wird zwar der darüber gehängte leichte Körper eben die in den beyden vorhergehenden Verſuchen angemerkten Umdrehungen machen, aber viel langſamer und viel näher an der Kugel, als zuvor. Er geſteht zugleich, daß ihm dieſe Verſuche nie haben gelingen wollen, wenn er den Faden, an welchem der leichte Körper hängt, mit etwas anderm, als mit der Hand gehalten; doch habe er vermuthet, daß ſolches wenigſtens mit den Körpern der Menſchen und Thiere, und deren Theile, angehen würde; er war auch ſchon entſchloſſen, ſolches mit einem Hühnerfuße und einem Stück friſches Fleiſch zu verſuchen.

Mortimer hatte die Verſuche des Hrn. Gray wiederholt, und er ſcheint ſich ebenfalls, wie dieſer, getäuſcht zu haben. Er verſichert bemerkt zu haben, daß der leichte Körper eben ſo wohl um Körper von verſchiedenen Geſtalten und Subſtanzen, als um die eiſerne Kugel, Umdrehungen mache, und daß er den Verſuch wirklich mit einer Kugel von ſchwarzem Marmor, einer ſilbernen Streubüchſe, einem kleinen Stück

Buchs-

Buchsbaum, und einem großen Stück Korkholz verſucht habe.

Dieſe Verſuche des Herrn Gray wurden von Herrn Wheeler und andern in der königlichen Societät, und zwar mit mannichfaltigen Veränderungen, wiederholt; es konnte aber aus den damaligen Bemerkungen nichts gefolgert werden.

Du Fay geſteht in ſeiner letzten Abhandlung, die in den Pariſer Mémoires vom Jahr 1737 enthalten iſt, daß dieſe Verſuche der Herren Gray und Mortimer ihm gar nicht haben gelingen wollen. Indeſſen ſagt er, er behaupte deßwegen gar nicht, daß ſie nie gelungen wären; vielmehr ſcheine er nicht abgeneigt zu ſeyn, die Schuld des ſchlechten Erfolgs derſelben ſich ſelbſt zuzuſchreiben, indem er vielleicht dabey einen gewiſſen Umſtand unterlaſſen habe, deſſen jene Herren keine Erwähnung gethan hätten, ungeachtet derſelbe, ohne daß ſie es wußten, einen Haupteinfluß auf das Experiment hatte.

Du Fay meldete ſeine fruchtloſen Bemühungen dem Herrn Wheeler, welcher ihm in ſeiner Antwort berichtet: er geſtehe, daß er angefangen habe, an der Wahrheit der Gray'ſchen Verſuche zu zweifeln; ein Mann, wie Gray, der in ſeinem 66ſten Jahre geſtanden habe, könnte ſich ſehr leicht getäuſcht haben, indem ſeine zitternde Hand dem leichten Körper eine ſolche Bewegung hätte geben können, ohne daß er daran gedacht habe. Indeſſen meldet er zuletzt noch, daß er gegen das Ende des Monats Juni durch einige beſondere Umſtände veranlaßt worden wäre, dieſen Verſuch auf eine andere Art anzuſtellen; hier habe er ſich verwundert, wahrzunehmen, daß die elek-

triſche Kraft, ohne ſie von neuem zu erregen, ſo ſtark und dauerhaft geweſen wäre, daß zwiſchen 8 Uhr des Morgens bis gegen Mittag mehrere Revolutionen erfolgt wären, dabey habe man den Arm oft ausruhen laſſen. Oft ſey die Anzahl der Umläufe 50, 70, ja einmal gegen 100 geweſen, nachdem man vorher den Arm habe ausruhen laſſen.

Dieſe letzte Bemerkung des Herrn Wheeler ermunterte dem Herrn du Fay von neuem, die Verſuche mit vieler Genauigkeit wieder vorzunehmen; allein er geſteht, daß er nie glücklich darin geweſen wäre. Er habe zwar jederzeit eine Umlaufsbewegung wahrgenommen, allein ſie ſey bald nach der einen und bald nach der andern Seite erfolgt, und es habe ihm geſchienen, daß die Kreisbewegung jederzeit von der Bewegung der Luft, oder von einer unwillkührlichen Bewegung ſeiner Hand verurſacht werde. Uebrigens bringt er noch einige Erfahrungen über dieſen Gegenſtand bey, welche es ihm ſehr wahrſcheinlich machen, daß dieſe Sache eine wahre Täuſchung ſey.

Um dieſe Zeit fieng auch Deſaguliers an, ſeine Bemühungen in der Elektricität bekannt zu machen. Die Urſache, warum er bisher nichts davon der königlichen Societät hatte wiſſen laſſen, lag bloß in ſeiner Beſcheidenheit, dem verſtorbenen Stephan Gray nicht vorzugreifen, welcher alle ſeine Bemühungen auf die Elektricität gerichtet hätte.

Deſaguliers bemerkt gleich anfänglich, daß die elektriſchen Erſcheinungen ſo ſeltſam wären, daß, ungeachtet es eine große Menge Verſuche darüber gebe, man doch bisher noch nicht vermögend ſey, aus ihrer Vergleichung eine Theorie feſtzuſetzen, wel-

welche über die Urſache dieſer Eigenſchaft in den Körpern einen Aufſchluß gebe, oder nach welcher wir auch nur von allen ihren Wirkungen ein Urtheil fällen könnten, was für einen nützlichen Einfluß die Elektricität in die Natur habe, ob wir gleich aus demjenigen, was wir bisher davon wahrgenommen hätten, gewiß vermuthen könnten, daß derſelbe von großem Nutzen ſeyn müſſe, weil er ſich ſo ſehr weit erſtrecke.

Seine erſten Verſuche, von welchen in den philoſophiſchen Tranſactionen vom Julius 1739 Nachricht ertheilt wird, wurden mit einem über Katzendarmſaiten ausgeſpannten hanfenen Stricke angeſtellt. An dem einen Ende des Strickes befeſtigte er verſchiedene Subſtanzen, und bemerkte, daß alle diejenigen, mit welchen er die Verſuche gemacht hatte, worunter verſchiedene an ſich ſelbſt elektriſch waren, z. B. Schwefel, Glas u. ſ. ohne Ausnahme elektriſch wurden.

Er veränderte die eine der Katzendarmſaiten, worüber ſeine Communicationsſchnur ausgeſpannt war, und nahm an deren ſtatt verſchiedene andere Subſtanzen, um zu erfahren, welche Körper die Elektricität an den aufgehängten Körpern durchließen, oder nicht; da er denn aus dem Erfolge dieſes Verſuchs zum Theil ſchloß, daß Körper, bey welchen keine Elektricität hervorgebracht werden konnte, den elektriſchen Strom aufhielten, diejenigen hingegen, bey welchen ſie hervorzubringen war, denſelben nicht aufhielten, ſondern ihn bis ans äußerſte Ende der hanfenen Schnur ungehindert fortgehen ließen. Seine Vorſtellungen aber, welche er ſich von der Art und Weiſe, wie der elektriſche Strom aufgehalten werde, machte, waren ſehr unvollkommen.

Deſaguliers führte einige Kunſtwörter in die Lehre der Elektricität ein, welche noch heutiges Tages gebraucht werden. Er theilte nämlich zuerſt die Körper überhaupt in elektriſche und nicht elektriſche oder Leiter ein. Unter elektriſche Körper verſtand er diejenigen, in welchen ſich eine Elektricität durch Reiben oder Erhitzen erregen läßt; nicht elektriſche Körper hingegen nannte er diejenigen, in welchen zwar an und für ſich keine Elektricität erregt werden kann, die ſie aber doch annehmen, wenn ihnen elektriſche Körper genähert werden.

Uebrigens finden ſich in den Schriften des Deſaguliers verſchiedene Lehrſätze, welche elektriſche Verſuche betreffen, wovon einige deutlicher, als vorher geſchehen war, ausgedruckt ſind; der wirklichen Verbeſſerungen aber, welche er machte, waren nur wenige, und auch dieſe von keiner großen Erheblichkeit.

In einem im Jan. 1741 der königl. Societät vorgelegten Aufſatze giebt er unter andern folgende allgemeine Regeln an, welche richtiger zu ſeyn ſcheinen, als diejenigen, welche man vorher hierüber feſtgeſetzt hatte.

Ein für ſich elektriſcher Körper nimmt die Elektricität von einem andern durch Reiben elektriſch gemachten Körper nicht ſo an, daß dieſelbe ſeiner ganzen Länge nach fortlaufe, ſondern er nimmt ſie nur eine kurze Strecke an, indem er gleichſam damit geſättigt wird.

Ein für ſich elektriſcher Körper verliert alle ſeine Elektricität nicht auf einmal und zu gleicher Zeit, ſondern nur in denjenigen Theilen, woran unelektriſche Körper gebracht worden ſind. Er verliert alſo

die Elektricität um deſto geſchwinder, je mehr ſol⸗cher Körper ſich in ſeiner Nähe befinden. Bey feuch⸗ter Witterung behält folglich die elektriſche Glasröhre ihre Kraft nur eine Zeitlang, weil ſie auf die in der Luft herum ſchwimmenden feuchten Dünſte wirkt. Und wenn die elektriſche Glasröhre an Goldblätter, welche auf einem Ständer liegen, gehalten wird, wirkt ſie weit länger und ſtärker darauf, als wenn dieſelbe Quantität Goldblätter auf einen Tiſch, welcher mehr unelektriſche Oberfläche als der Ständer hat, ge⸗legt wird.

Ein unelektriſcher Körper, welcher die Elektrici⸗tät empfangen hat, verliert ſie auf einmal bey An⸗näherung eines andern unelektriſchen Körpers. Thie⸗riſche Subſtanzen ſind wegen der in ihnen enthalte⸗nen Flüſſigkeiten unelektriſch. Die erregte Elektrici⸗tät äußert ſich ſphäriſch um die an ſich elektriſchen Körper; cylindriſch hingegen, wenn der Körper ein Cylinder iſt.

Unter ſeinen vielen elektriſchen Verſuchen ſind die merkwürdigſten folgende. Als er einem brennen⸗den Talglichte die Elektricität mittheilen wollte, be⸗merkte er, daß das Licht den Probierfaden, aber nicht nahe, etwa zwey oder drey Zoll von der Flamme, an⸗zog; ſobald aber das Licht ausgeblaſen war, ward der Faden allenthalben, und ſogar von dem Dachte, wenn er ganz verlöſcht war, angezogen. Mit einem Wachslichte hatte der Verſuch gleichen Erfolg, nur mit dem Unterſchiede, daß die Elektricität hier der Flamme nicht ſo nahe kam, als bey dem Talglichte.

Er bemerkte, daß, wenn man eine gläſerne Glocke bloß erwärme, ohne ſie zu reiben, die an einem auf⸗

recht ſtehenden hölzernen Spieße angeknüpften Faſern einer Pflaumfeder ſich ſogleich ausſtrecken, wenn ſie über die Feder geſtellt wird; und daß Harz und Wachs bisweilen ihre Elektricität äußern, wenn ſie bloß an der freyen Luft liegen. Ferner bemerkte er, daß, wenn eine hohle Glasröhre, welche die Communicationsſchnur trug, feucht gemacht ward, indem man durch dieſelbe hindurch hauchte, ſie die Elektricität aufhielt.

Wenn eine elektriſch gemachte Glasröhre eine Pflaumfeder abgeſtoßen hatte, ſo zog ſie dieſelbe wieder an, nachdem ſie geſchwind in Waſſer getaucht wurde; bey trockener Witterung aber zog ſie dieſelbe nicht an, wenn er ſie auch noch ſo tief, und wenigſtens einen Fuß ihrer Länge, untergetaucht hatte, da er hingegen bey feuchter Witterung ſie nur 1 oder 2 Zoll tief eintauchen durfte.

Das Anziehen des Waſſers vermittelſt einer elektriſchen Glasröhre zeigte Deſaguliers weit beſſer, als bisher geſchehen war; indem er nämlich die Röhre über einen aus einem kupfernen Springbrunnen fahrenden Strahl hielt, als welcher ſich dabey gegen die Röhre krümmte, und bisweilen ſo ſtark gebogen wurde, daß er außerhalb dem darunter ſtehenden Gefäße niederfiel.

Deſaguliers ſcheint auch der erſte geweſen zu ſeyn, welcher ausdrücklich meldete, daß die reine trockene Luft unter die an ſich elektriſchen Körper gerechnet werden müſſe, und daß kalte Luft, wobey die wenigſten Dünſte aufſteigen, mehr elektriſch ſey, als warme, da wegen der Wärme die Dünſte häufig in die Höhe ſteigen. Auch nahm er für gewiß an, daß ſich die Theilchen der reinen Luft in einem elek-

elektriſchen Zuſtande von der glashaften Art befänden, und erklärte die an der innern Fläche einer gläſernen Kugel, aus welcher bloß die Luft ausgepumpt worden war, ſich äußernde Elektricität dadurch, daß dieſelbe überall hin gienge, wo ſie den wenigſten Widerſtand von einem ſo elektriſchen Körper, als die Luft ſey, antreffe.

Die Erſcheinung, da nach dem Verſuche des D. Hales die Luft durch die ſchweflichten Dünſte ihre ausdehnende Kraft verlor, ſuchte er dadurch begreiflich zu machen, daß er annahm, die Theilchen des Schwefels und die der Luft zögen einander an, weil ſie von verſchiedenen Arten der Elektricität wären, wodurch ihre fortſtoßende Kraft verloren gienge. Auch lehrte er folgende Muthmaßung über das Aufſteigen der Dünſte durch die Elektricität. Da die Luft, welche über die Waſſerfläche geht, elektriſch iſt, und die kleinen Waſſertheilchen gegen die elektriſche Röhre ſpringen, ſo ſtoßen ſie alsdenn, weil ſie ſelbſt elektriſch werden, ſowohl die Luft, als auch einander ſelbſt, von ſich, und ſteigen mithin in die höhern Gegenden der Atmoſphäre hinauf.

Der letzte Aufſatz des Deſaguliers, welchen man über die Lehre von der Elektricität in den philoſophiſchen Tranſactionen von ihm findet, iſt vom 24. Juni 1742 datirt, in welchem Jahre er eine Abhandlung über die Elektricität ans Licht ſtellte, für welche er den von der königl. Akademie der Wiſſenſchaften und freyen Künſte zu Bourdeaux ausgeſetzten Preis erhielt. Dieſe Preisfrage, welche auf Begehren des Herzogs de la Force aufgegeben wurde, betraf: die wahrſcheinlichſte Erklärung von den Urſachen und Wirkungen der Elektricität der Körper aufzuſtel-

zuſtellen. Die Abhandlung des Deſaguliers enthält alles, was damals von dieſer Materie bekannt war.

Erfindungen in Anſehung der elektriſchen Geräthſchaft, nebſt fernern Verſuchen in der Lehre der Elektricität vor Erfindung der Leydner Flaſche.

Um die Zeit, da Deſaguliers ſeine Verſuche in England beſchloß, fiengen auch verſchiedene Deutſche Gelehrte an, dieſe Lehre mit dem größten Fleiße zu betreiben. Dieſe verbeſſerten vorzüglich die elektriſche Geräthſchaft, ohne welche ſchwerlich die Elektricität weitere Fortſchritte gemacht haben würde; durch Hülfe ihrer Erfindungen aber wurden auf einmal die bewundernswürdigſten Wirkungen hervorgebracht.

Der verdiente Hauſen, Profeſſor zu Leipzig, führte den Gebrauch der Elektriſirmaſchinen in der Experimentalphyſik ein [o]). Er ſcheint auf das Umdrehen der Glaskugel mit Hülfe eines Rades nicht durch Hawkesbee's Beyſpiel, ſondern nach Gehlers [p]) Zeugniß durch den Gedanken eines ſeiner Zuhörer gekommen zu ſeyn. Dieſer hieß nämlich Litzendorf, damals Führer des Grafen Julius Gebhard von Hoym, mit welchem er bey Hauſen die damals noch ſehr neuen elektriſchen Verſuche ſahe. Die beſtändige Unterbrechung des Reibens der Röhren mit der Hand brachte ihn auf den erwähnten Gedanken, den ſein großer Lehrer mit Vergnügen annahm und ausführte.

Durch Hauſens Beyſpiel aufgemuntert gebrauchte auch Boſe zu ſeinen elektriſchen Verſuchen eine

o) Novi proſpectus in hiſtoria electricitatis. Lipſ. 1743. 4.
p) Phyſikaliſches Wörterbuch. Th. I. S. 783.

eine Maſchine, und fügte derſelben einen erſten Leiter hinzu, welcher in einer eiſernen oder blechernen Röhre beſtand, die zuerſt von einem auf Pechkaſten ſtehenden Menſchen gehalten und nachher auf ſeidene Schnüre horizontal vor der Kugel gelegt ward. Um zu verhindern, daß die Röhre der Kugel keinen Schaden thun könnte, legte er ein Bündel Fäden in das zunächſt der Kugel befindliche und zu dieſer Abſicht offen gelaſſene Ende der Röhre. Außerdem, daß dieſes Mittel mancherley artige Erſcheinungen veranlaßte, verſtärkte es auch die Kraft des Leiters gar merklich.

Der P. Gordon, Profeſſor in Erfurt, gebrauchte ſtatt der Kugel einen Glascylinder. Diejenigen, deren er ſich hiezu bediente, waren 8 Zoll lang, und 4 Zoll im Diameter. Er drehete ſie am Wirbel durch eine Schnur, die über einen Bogen geſpannt war. Anſtatt eines Pechkaſtens iſolirte er vermittelſt eines mit saubern ſeidenen Schnüren bezogenen Rahmens.

Nach dieſer Methode des P. Gordon ließ auch Winkler[q]) zu Leipzig eine Maſchine verfertigen, bey der der Wirbel an der Axe des Cylinders, wie bey den Drechſelbänken, vermittelſt einer Schnur an einer Wippe durch Treten mit dem Fuße bewegt ward. Winkler[r]) kam aber bald wieder zu der Hauſiſchen Einrichtung zurück, die er ſo beſchreibt, wie er ſie ſelbſt zu größern Verſuchen gebraucht hat, daß nämlich mit einem einzigen Rade vier Kugeln zugleich gedreht, und dieſe durch das Anhalten der Hände zweyer Perſonen gerieben werden.

Die-

q) Gedanken von den Eigenſchaften, Wirkungen und Urſachen der Elektricität. Leipz. 1744. 8.

r) Eigenſchaften der elektriſchen Materie. Leipz. 1745. 8.

Dieſe Winkler'ſchen Maſchinen ſind darum vorzüglich merkwürdig, weil bey denſelben zum erſtenmale Kiſſen als Reibzeuge angebracht worden ſind. Dieſe nützliche Erfindung der Kiſſen hat man alſo dem Leipziger Drechsler Gießing zu danken, der nach Winklers eigener Verſicherung ſeine erſte Maſchine angegeben hat. Das Kiſſen machte eine Perſon mehr, welche ſonſt die Hand anlegen mußte, entbehrlich. Allein noch war es unvollkommen. Es war unter dem Glascylinder angebracht, und ließ ſich zwar durch eine Stellſchraube höher und niedriger ſtellen, gab aber doch den Ungleichheiten der Ründung des Cylinders zu wenig nach, und erwärmte das Glas zu ſehr, daher auch Winkler ſelbſt davon wieder abgieng. Zuletzt kam er doch aus Mangel der Perſonen, deren Hände zur Erregung der Elektricität geſchickt waren, wieder auf den Gebrauch der Kiſſen zurück, und verſahe dieſelben mit Federn, welche ſie gelind an die Kugeln andruckten. Sigaud de la Fond [s]) verſichert, daß er im Jahr 1754 ebenfalls auf den Gedanken gekommen ſey, die Kiſſen ſeiner Maſchine mit Federn zu verſehen.

Der Abt Nollet [t]) beſchreibt eine Maſchine, welche eigentlich keine andere, als die von den deutſchen Gelehrten erfundene ſelbſt iſt. Er erklärte ſich aber wider den Gebrauch der Kiſſen, und ließ daher ſtets die Hand einer Perſon an die Kugel legen. Seine eigene Hand war dazu ſehr geſchickt, und brachte ſtets eine ſtarke Elektricität hervor. Den erſten Leiter hieng er mit ſeidenen Schnüren an der Decke auf, und

s) Précis hiſtor. et experimental des phènom. éleƈtriq. Paris. 1781. 8.

t) Eſſai ſur l'éleƈtricité des corps. à Paris 1746. 8. p. 48. f.

und verband ihn mit der Kugel durch eine Kette. In Frankreich iſt dieſe Maſchine bis zum Jahr 1770 beybehalten, und im weſentlichen nichts daran geändert worden.

Durch dieſe Maſchinen waren die Phyſiker im Stande, eine ſo erſtaunliche Kraft von Elektricität hervorzubringen, daß, wenn man ihren eigenen Berichten trauen darf, durch einen elektriſchen Funken das Blut zum Finger herausgezogen werden konnte, die Haut aufriß, und eine Wunde zum Vorſchein kam, als wenn ſie durch ein ätzendes Mittel verurſacht worden wäre. Sie verſichern, daß, wenn verſchiedene Röhren oder Kugeln gebraucht wurden, das herauslaufende Blut wie leuchtender Phosphor anzuſehen geweſen ſey, wenn unterdeſſen einer Perſon zur Ader gelaſſen worden, und daß die Bewegung des Herzens und der Pulsadern bey einer elektriſirten Perſon merklich vermehrt worden ſey. Der P. Gordon nahm wahr, daß Waſſer, welches aus einem elektriſirten künſtlichen Springbrunnen herausfloß, ſich in leuchtende Tropfen ausbreitete, und daß eine größere Quantität Waſſer in einer gegebenen Zeit ausgetrieben ward, als wenn der Springbrunnen unelektriſirt war; ſo wie auch elektriſirtes Waſſer geſchwinder ausdunſtete, als unelektriſirtes, wenn es in gleichartigen gläſernen Gefäßen an der Luft geſtanden hatte. Er verſtärkte die elektriſchen Funken ſo ſehr, daß ſie jemand vom Kopfe bis zum Fuß empfinden konnte, auch tödtete er dadurch kleine Vögel. Dieß bewerkſtelligte er dadurch, daß er die Elektricität vermittelſt eines dicken eiſernen Draths 200 Ellen weit von dem Orte, wo die Elektricität erregt wurde, fortleitete. Auch hat er bey dieſen Verſu-

chen die Funken ſtärker befunden, wenn der Drath dick, als wenn er dünn war.

Waitz [u]) hat die Elektricität ſeiner Glasröhren viel ſtärker befunden, wenn er dieſelben mit einem mit Wachſe ſtark beſtrichenen, und alsdann mit etwas Oel begoſſenem wollenen Tuche rieb. Auch bemerkte er, daß Glas, welches bey ſeiner Compoſition nur mit wenig Potaſche verſetzt war, beſſer wirkte, als dasjenige, worunter man mehr Potaſche genommen hatte; jedoch wurde mehr Zeit und ſtärkere Hitze erfordert, wenn die Glasmaterie gehörig ſchmelzen ſollte. Er hatte ſich ausdrücklich in der Abſicht, um die Wahrheit dieſes Umſtandes zu prüfen, eine eigene Compoſition auf der Glashütte verfertigen laſſen. Waitz erhielt den im Jahr 1744 von der königl. Akademie der Wiſſenſchaften zu Berlin für die beſte Abhandlung von der Elektricität und deren Urſachen ausgeſetzten Preis von 50 Dukaten. Es ward dieſelbe bald darauf, nebſt drey Abhandlungen, welche von der Akademie, der Ausbreitung wegen, des Druckes würdig geſchätzt wurden, nebſt einem Vorberichte von dem Urſprunge und der Erfindung der elektriſchen Kraft der Körper durch den Druck bekannt gemacht.

Aus verſchiedenen Verſuchen des Anziehens und Zurückſtoßens, welche Waitz beym Reiben eines Hundes anſtellte, bewieß er, daß die kniſternden Funken, welche Katzen, Hunde, Pferde und andere Thiere bisweilen von ſich geben, wenn man ſie mit der Hand ſtreicht, elektriſch wären. Dieſes hatte man vorher zwar

u) Abhandlung von der Elektricität. Berlin 1745. 4. Cap. II.

zwar behauptet, aber noch nicht als eine gewiſſe Wahrheit außer Zweifel zu ſetzen geſucht.

Beſonders merkwürdig ſind diejenigen Verſuche, welche die Deutſchen mittelſt der von ihnen erfundenen Maſchinen mit entzündbaren Subſtanzen anſtellten. Der erſte, welcher im Anfange des Jahrs 1744 durch eine elektriſch gemachte Glasröhre den ſpiritus aethereus Frobenii entzündete, war Ludolf x). Er that dieſes in der erſten allgemeinen Verſammlung der königlichen Akademie in Gegenwart einiger hundert Perſonen. Er verrichtete den Verſuch durch Funken, welche er aus einer elektriſirten eiſernen Stange herausbrachte. Im nächſtfolgenden Maymonate bewirkte Winkler daſſelbe mit einem Funken aus ſeinem eigenen Finger, und brachte nicht nur den vorerwähnten höchſt rectiſicirten ſpiritus, ſondern auch Franzbranntwein, Vorſprang, und noch andere ſchwächere Arten von Spiritus, nachdem er ſie vorher warm gemacht hatte, zum zünden. Imgleichen meldet er, daß Oel, Pech und Siegellack, bis zu einem dem Entzünden nahen Grade erhitzt, durch elektriſche Funken in Flamme zu ſetzen ſeyen. Auch Gralath zündete ein Licht durch den elektriſchen Funken an, wenn er denſelben auf den Dampf des ſo eben verloſchenen Lichts fahren ließ, und Boſe entzündete das Schießpulver, welches er in einem Löffel hatte ſchmelzen laſſen.

Die deutſchen Elektriſirer erfanden auch eine Maſchine, vermittelſt welcher ſie einem gläſernen Cylinder im luftleeren Raume ein Reiben beybringen konnten. Sie verſuchten auf dieſe Art einen Drath, deſſen

x) Gralaths Geſchichte der Elektricität. S. 284 – 286.

ſen Ende in der freyen Luft ſich befand, zu elektriſiren, und brachten dadurch eine beträchtliche elektriſche Kraft zu Stande. Auch elektriſirten ſie das in freyer Luft befindliche Ende, und verurſachten, daß das andre im luftleeren Raume befindliche Ende ſeine Elektricität äußerte.

Auch führen die Deutſchen einen gewiſſen Verſuch an, welcher, wenn er ausgeführt worden wäre, ſie auf die Entdeckung gebracht haben würde, daß das Reiben der gläſernen Kugel die elektriſche Materie nicht hervorbringe, ſondern bloß ſammle. Allein dieſe Entdeckung war dem D. Watſon vorbehalten. Es ſcheint, daß Boſe ſowohl, als Allamand, die Maſchine, und den Menſchen, der ſie in Bewegung ſetzte, in Seide aufgehängt, und dabey wahrgenommen haben, daß nicht allein der Leiter, ſondern auch der Menſch und die Maſchine, Zeichen der Elektricität von ſich gaben. Sie fanden ſich aber in ihren Erwartungen getäuſcht: denn ſie glaubten, daß ein Theil der elektriſchen Kraft durch die Maſchine beſtändig nach den Boden gienge, und bildeten ſich daher ein, daß, wenn ſie dieſelbe iſolirten, die elektriſche Kraft eine viel ſtärkere Wirkung hervorbringen würde.

Um dieſe Zeit bewieß Ludolf der Jüngere zu Berlin, daß das leuchtende Barometer durch die Bewegung des Queckſilbers vollkommen elektriſch werde, indem es kleine Papierſtückchen u. d. gl., welche an der Seite der Röhre aufgehangen waren, nachdem dieſelbe in eine andere, aus welcher die Luft rein ausgezogen war, eingeſchloſſen wurde, zuerſt anzog, und nachher heftig wieder zurückſtieß. Vor dieſem Verſuche hatte man dieſe Wirkungen der Luft zugeſchrieben.

ben. Die Herren Hamberger und Waitz hatten entdeckt, daß die Bewegungen des Queckſilbers in einem gläſernen Gefäße, aus welchem die Luft herausgepumpt war, das Vermögen beſaß, leichte Körper zu bewegen; und Allamand fand noch, daß dieſe Wirkung einerley war, es mochte das Gefäß mit Luft angefüllt ſeyn, oder nicht.

Zu derſelben Zeit gab ſich Boſe ſehr viel Mühe, zu beſtimmen, ob das Gewicht der Körper durch die Elektricität verändert würde; allein er fand es wirklich nicht ſo.

Der P. Gordon erfand den ſogenannten elektriſchen Stern, ein dünnes Stück Blech mit acht langen Spitzen oder Strahlen, welche vom Mittelpunkte gleich weit abſtehen. Wenn er denſelben dergeſtalt an das elektriſche Glas ſtellte, daß zwey Spitzen deſſelben über die Axe des Glaſes reichten, und nur ſo weit davon entfernt waren, daß das Glas ungehindert herumgedreht werden konnte, das Glas auch recht ſtark gerieben ward, ſo gieng der Stern, ohne von jemanden in Bewegung geſetzt zu ſeyn, von ſelbſt herum. Ferner erfand Winkler ein Rad, welches durch die Elektricität herumgedreht wird; und Boſe leitete die Elektricität vermittelſt eines Waſſerſtrahls von einem Menſchen zum andern, wenn dieſelben auf Pechkaſten ſechs geometriſche Schritte von einander entfernt ſtanden, fort, und Gordon ſetzte ſogar Spiritus vermittelſt eines Waſſerſtrahls in Brand.

Gottfried Heinrich Grummert aus Biala in Polen ſtellte einen Verſuch mit dem elektriſchen Lichte an, welcher nachher von Watſon und Canton fortgeſetzt und ſehr weit getrieben ward. Als

derſelbe nämlich geſehen hatte, daß die Elektricität im Stande ſey, ein Licht hervorzubringen; ſo wollte er verſuchen, ob eine luftleere gläſerne Röhre, etwa $\frac{1}{3}$ Zoll weit und 8 Zoll lang, durchaus leuchten würde, wie ſie ſonſt zu thun pflegt, wenn ſie gerieben wird. Er hielt ſie alſo in der Weite einiger Zolle von der elektriſchen Kugel, die an ihrer Maſchine herumgedreht und gerieben ward; wider Vermuthen bemerkte er, daß dieſe Röhre in einer ſo merklichen Entfernung leuchtete. Ja ſie leuchtete, ſo lang und breit ſie war, ſo hell, daß Jedermann es wahrnehmen konnte. Auch hat er öfters in einer Entfernung, wo die Röhre nicht mehr leuchten wollte, bemerkt, daß ſie in einem Augenblicke wieder Licht von ſich gab, ſobald er damit in die Luft ſtrich, ohne der elektriſchen Kugel näher zu kommen. Dieſes Leuchtens im luftleeren Raume könnte man ſich, nach dem Vorſchlage des Herrn Grummert, in Bergwerken und an Orten, wo gemeines Feuer und Licht nicht brennen wollen, bedienen, und er führt in dieſer Abſicht verſchiedene Methoden, dieſes Licht zu vervielfältigen und zu vermehren, an.

Krüger machte eine artige Entdeckung, welche die durch die elektriſchen Ausſtrömungen verurſachte Veränderung der Farbe der Körper betrifft. Um zu erforſchen, ob ſich in dieſen Ausſtrömungen etwas Schwefelhaftes befinde, ließ er den elektriſchen Funken auf rothe Blätter vom wilden Mohn ſchlagen, und fand, daß dieſelben ſofort weiß wurden. An gelben und blauen Farben war er in demſelben Augenblicke eine Veränderung hervorzubringen nicht im Stande; wenn dieſelben aber einen oder ein Paar Tage nach dieſer Operation gelegen hatten, wurden

ſie

ſie weiß. Um dieſe Verſuche bequem anzuſtellen, wurden die Blumen mit weißem Wachſe auf einen zinnernen Teller geklebt.

Durch dieſe elektriſchen Entdeckungen, welche ſo artige Beluſtigungen gewährten, ward auf die Elektricität eine ſo allgemeine Aufmerkſamkeit rege gemacht, daß im Jahr 1745 in Deutſchland und Holland elektriſche Verſuche für Geld angeſtellt, und davon Nachrichten in den öffentlichen Blättern bekannt gemacht wurden.

Das Anzünden der Dämpfe der Körper durch den elektriſchen Funken ward auch bald in England, und unter andern von D. Miles, bewerkſtelligt; welcher, wie aus ſeinem in der königl. Societät den 7. März 1745 abgeleſenen Aufſatze erhellt, den Phosphor durch die unmittelbar daran gehaltene elektriſche Glasröhre, ohne Zwiſchenkunft irgend eines Leiters, in Brand ſetzte. Bey dieſer Gelegenheit bemerkte auch Miles Strahlenpinſel, oder ſogenannte Lichtblitze, welche aus der Röhre, ohne Beyhülfe eines nahe daran gehaltenen Leiters, herausfuhren. Von dieſen Lichtblitzen lieferte er eine Zeichnung, welche mit der Geſtalt dieſer Pinſel ziemlich genau übereinkommt.

Unter den Engländern war aber vorzüglich D. Watſon der erſte, welcher die von den Deutſchen gemachten Entdeckungen wiederholte, ſie erweiterte und verbeſſerte. Seine erſten Sendſchreiben an die königliche Societät über dieſe Materie ſind zwiſchen dem 28. März und 24. Octob. 1745 datirt. Ihm gelang es, außer den oben angeführten geiſtigen Subſtanzen auch den gemeinen Branntwein durch den elektriſchen Funken zu entzünden. Auch brachte er entzündbare Luft

in Flammen, und entzündete ſogar Weingeiſt und brennbare Luft vermittelſt eines Tropfens kaltes Waſſer, welches mit einem aus Flöhkraut verfertigten Schleime, und ſelbſt mit Eis, verdickt worden war. Er brachte auch dieſe Subſtanzen vermittelſt einer elektriſirten heißen Ofengabel, wenn ſie dieſelben ſonſt auf keine andere Art anzünden wollte, in Brand. Er ſetzte Schießpulver in Flamme, und ſchoß eine Musquete ab, vermittelſt der Kraft der Elektricität, nachdem er das Pulver vorher mit etwas Kampher, oder einigen wenigen Tropfen eines gewiſſen brennbaren chemiſchen Oels zerrieben hatte. Endlich zeigte er auch, daß ſich dieſe Subſtanzen durch die von ihm ſogenannte zurückſtoßende Kraft der Elektricität in Brand bringen ließen, welches dadurch bewerkſtelligt ward, daß die elektriſirte Perſon den Löffel, worin die anzuzündende Subſtanz befindlich war, hielt, und eine andere unelektriſirte Perſon ihren Finger daran brachte. Vorher war die Subſtanz, welche man in Flamme ſetzen wollte, allemal von einer unelektriſirten Perſon gehalten worden.

Durch ſeine Verſuche, an ſich elektriſche Körper, z. B. Terpentin und weißen amerikaniſchen Balſam, durch dieſe zurückſtoßende Kraft zu zünden, glaubte er eine gewiſſe Meynung, welche damals ſehr gemein war, daß nämlich die Elektricität bloß auf den Oberflächen der Körper ſchwebe, zu widerlegen; denn er fand, daß der Dampf dieſer Subſtanzen von einem aus dem Löffel, welcher dieſelben enthielt, herausgezogenen Funken nicht in Brand zu ſetzen war. Dieſer Funke mußte daher den elektriſchen Körper hindurch, von der Oberfläche des untern Löffels, welcher von dem elektriſirten Leiter berührt ward, gehen.

Als er eine Anzahl fein geſponnener Glasfäden, und andere Drathſtücke von gleicher Länge und Dicke elektriſirte, bemerkte er mit äußerſtem Vergnügen, daß die Glasfäden nach dem elektriſirten Körper ſprangen, und ſich ohne Kniſtern daran hängten; hingegen die Drathſtücke ſehr geſchwind auf und nieder ſprangen, und zwar jedesmal mit einem Kniſtern und einer kleinen Flamme.

In einem der königlichen Societät am 6. Febr. 1746 vorgeleſenen Aufſatze bemerkte er, daß elektriſche Funken nach Beſchaffenheit der Subſtanzen, aus welchen ſie hervorkamen, an Farbe und Geſtalt verſchieden erſchienen; daß das Feuer von rauhen Körpern, z. B. roſtigem Eiſen u. d. gl. weit röther ausſah, als von polirten Körpern, wenn dieſelben auch noch ſo ſcharf waren, z. B. von einer polirten Scheere u. d. gl. Er glaubte, daß das verſchiedene Anſehen mehr von dem verſchiedenen Zurückſchlagen des elektriſchen Lichts von der Oberfläche der Körper, aus welchen es herausfuhr, als von irgend einem Unterſchiede in dem Feuer ſelbſt herrühre.

Er bemerkte auch, daß die Elektricität beym Hindurchgehen durch Glas nicht die geringſte Brechung erlitt, indem er durch genaue Beobachtungen gefunden hatte, daß die Richtung derſelben allemal in geraden Linien war, ſelbſt durch Gläſer von verſchiedenen Geſtalten, welche in einander eingeſchloſſen waren, ſo daß zwiſchen jedem Glaſe noch ein großer Zwiſchenraum befindlich war. Wenn Bücher, oder andere unelektriſche Körper, auf Glas gelegt, und zwiſchen die elektriſch gemachten und leichten Körper gebracht wurden, ſo blieb die Richtung der Kraft dennoch in geraden Linien, und ſchien augenblicklich ſo-

wohl durch die Bücher, als auch durch das Glas, hindurch zu gehen. Durch dieſe Verſuche nahm er wahr, daß das elektriſche Anziehen durch Glas hindurch weit ſtärker war, wenn das Glas war warm gemacht worden, als wenn es kalt war. Bisweilen fand er auch, daß die Elektricität, wiewohl nur in geringem Maaße, durch elektriſche Körper, welche ungefähr 4 Zoll dick waren, hindurch gieng.

Er bemerkt, daß beym Elektriſiren der Subſtanzen von anſehnlicher Breite die elektriſche Kraft ſich zuerſt an demjenigen Theile derſelben, welcher von der elektriſch gemachten Röhre am weiteſten entfernt war, geäußert habe.

Er ſtellte einige Verſuche an, welche zeigten, daß das Feuer der Elektricität weder durch die Gegenwart noch Abweſenheit eines andern Feuers verändert ward.

In dem Verfolge ſeiner Verſuche, welche er am 30. Oct. 1746 vorgeleſen hat, erzählt er, daß er eine Glaskugel inwendig mit einer Maſſe von Wachs und Harz ziemlich dick überzogen, aber nicht den geringſten Unterſchied zwiſchen ſolchen und den andern Kugeln wahrgenommen habe.

Auch ſtellte Watſon verſchiedene Verſuche mit mehreren Kugeln an, welche alle zugleich umgedreht wurden, und einen gemeinſchaftlichen Leiter hatten. Er folgerte daraus, daß die Stärke der Elektricität durch die Menge und Größe der Kugeln zwar bis zu einem gewiſſen Grade, keinesweges aber nach dem Verhältniſſe ihrer Anzahl und Größe vermehrt ward. Indeſſen geſteht ihr Watſon doch in einer Folgerung, welche er aus dieſen wirklichen Verſuchen zieht, eine ſehr beträchtliche Verſtärkung zu. Seiner

ner Meynung nach iſt ein jeder Körper nur eines gewiſſen ihm proportionirten Grades der Elektricität fähig; dieſen kann er durch Anwendung mehrerer Kugeln geſchwinder erlangen; ſobald er ihn aber erlangt hat, ſo geht alle übrige Kraft, die man auf ihn bringen oder in ihm erregen will, verloren, und vertheilt ſich in eben dem Augenblicke, da ſie in ihm hervorgebracht worden. Daher ward offenbar durch die mehreren Kugeln mehr Feuer geſammelt, ungeachtet die Geſtalt des Leiters, deſſen er ſich hiebey bediente, von der Beſchaffenheit war, daß ſie daſſelbe nicht zurück behalten konnte. Die große Stärke ſeiner vier vereinigten Kugeln erhellt aus ſeiner eigenen Nachricht; denn als zwey zinnerne Teller, der eine in der Hand einer elektriſirten Perſon, und der andere in der Hand einer andern, welche auf dem Fußboden ſtand, gehalten wurden, ſo waren die zwiſchen beyden Tellern entſprungenen Funken dermaßen ſtark, und folgten ſo geſchwind auf einander, daß man im Dunkeln die Geſichter von dreyzehn Perſonen, welche im Zimmer rings umher ſtanden, deutlich dabey erkennen konnte.

Endlich fand auch Watſon, daß der Rauch, ein an und für ſich elektriſcher Körper, ein Leiter der Elektricität war; imgleichen, daß die Flamme die geſammte Elektricität unvermindert fortleitete; denn er beobachtete, daß zwey Perſonen, welche auf elektriſchen Körpern ſtanden, einander die Kraft mittheilen konnten, ohne daß ſich das geringſte weiter zwiſchen ihnen, als der Rauch in dem einen, und die Flamme in dem andern Falle, befand.

Um dieſelbe Zeit entdeckte auch du Tour, daß die Flamme die Elektricität zerſtörte, wie er dem Abbe

Nollet in einem Schreiben vom 21. Aug. 1745 berichtete. Ein Gleiches ward auch vom Herrn Waitz entdeckt.

Entdeckung der Leydenſchen Flaſche nebſt ferneren Fortſchritten in der Lehre von der Elektricität bis auf Franklin.

Zu Ende des Jahrs 1745 erhielt die Elektricitätslehre einen ungemein großen Zuwachs durch die Erfindung der ſogenannten Leydenſchen Flaſche. Dieſe wichtige Entdeckung gehört unſtreitig einem deutſchen Prälaten, dem Herrn von Kleiſt, Dechanten des Domcapitels zu Camin in Pommern, welcher am 11ten Octob. 1745 die verſtärkte Elektricität ſelbſt entdeckte, am 4. Nov. darauf dem D. Lieberkühn in Berlin, am 28. Nov. dem Prediger Swietlicki in Danzig und bald nachher auch dem Prof. Krüger in Halle Nachrichten davon gab, welche der erſte der Berliner Akademie der Wiſſenſchaften und der zweyte der Danziger naturforſchenden Geſellſchaft mittheilte, und der dritte ſchon 1746 drucken ließ [y]). Dieſe Nachrichten enthalten folgendes. Wenn ein Nagel oder ein ſtarker meſſingener Drath in ein kleines Medicinalgläschen geſteckt und elektriſirt wird, ſo erfolgen beſonders ſtarke Wirkungen. Das Gläschen muß recht trocken oder auch warm ſeyn. Man kann es vorher mit geſchabter Kreide reiben. Thut man ein wenig Mercurius, oder ein Paar Tropfen Spiritus Vini hinein, ſo geht alles noch beſſer von ſtatten. Sobald das Gläschen mit dem Nagel von dem elektriſchen Glaſe oder der Röhre weggenommen wird, ſo äußert ſich der leuchtende Strahlenbüſchel, und man kann mit dieſer brennenden Maſchine über 60 Schritte weit im Zimmer herumgehen. Elektriſirt

y) Geſchichte der Erde. Halle 1746. 8. S. 177. u. f.

ſirt man den Nagel ſtark, welches ſich an dem in dem Gläschen befindlichen Lichte und den herausſchlagenden Funken ſpüren läßt, ſo kann man den in einer andern Kammer befindlichen ſpiritum vini noch damit anzünden. Wird während dem Elektriſiren ein Finger oder ein Stück Geld an den Nagel gehalten, ſo iſt der herausfahrende Schlag ſo ſtark, daß Arme und Achſeln davon erſchüttert werden. Eine auf Glas oder blau ſeidenen Schnüren liegende blecherne Röhre läßt ſich durch dieſes Inſtrument viel ſtärker elektriſiren, als wenn es unmittelbar durch die Kugel geſchieht; ingleichen ein auf einem elektriſchen Poſtament ſtehender Menſch. Wird eine blecherne Röhre, welche 15 Fuß lang ſeyn kann, auf gewöhnliche Art elektriſirt, und man hält ſodann den in dem Gläschen befindlichen Nagel daran, und fährt mit Elektriſiren fort, ſo ſollte man gar nicht glauben, in welche Stärke die Elektricität geſetzt wird, wenn nicht die Erfahrung den beſten Beweis gebe. Iſt das Gläschen kurz, etwa 2 Zoll lang, ſo daß ſich die Finger in der gehörigen Weite befinden, ſo ſchlägt der Funke von ſelbſt aus dem Nagel auf den Finger zu. Dünnhälſige Gläſer ſind ein paar mal durch den heftigen Schlag zerſprengt worden. Als etwas beſonderes ſcheint hiebey zu ſeyn, daß, wenn das Gläschen mit dem Nagel in eine andere fortpflanzende oder nicht-fortpflanzende Materie gefügt wird, die ſtarke Wirkung nicht erfolgen will. Das Glas auf Holz, Metall, Glas, Siegellack u. ſ. f. gekittet und elektriſirt zeigt die Wirkung nur ſchwach. Der menſchliche Körper muß alſo wohl hierzu etwas beytragen. Dieſer Satz wird dadurch beſtärkt, daß man zur Zeit keinen ſpiritum anders hat anzünden können, als wenn er in der Hand gehalten worden iſt.

Zu

Zu Anfange des Jahrs 1746 ſchrieb Muſſchenbroek aus Leiden an Reaumür: er ſey auf einen ſchrecklichen Verſuch gerathen, mit einer Erſchütterung, der er ſich für die Krone Frankreichs nicht zum zweytenmale ausſetzen möchte. Allamand wiederholte dieſes in einem Briefe an Nollet, und im Februar auch in einem eigenen Aufſatze [z]).

Der Abt Nollet nannte daher die Entdeckung den Leidner Verſuch, welchen Namen ſie auch behalten hat, ob ſie gleich weit richtiger der Kleiſtiſche Verſuch heißt.

Man fieng in Frankreich an, Muſſchenbroek'en für den Erfinder zu halten, als Allamand noch im Jahr 1746 ſowohl an Nollet, als an Gralath meldete: die erſte Entdeckung gehöre eigentlich einem angeſehenen Privatmanne in Leiden, Cunäus, der ſchon 1745 zufälliger Weiſe darauf gekommen ſey. Es iſt nicht wahrſcheinlich, daß dieſer Mann etwas von der Entdeckung des deutſchen Prälaten gewußt habe; inzwiſchen bleibt dieſem letzten unſtreitig das Verdienſt der erſten Erfindung und Bekanntmachung.

Auf dieſe Erfindung ſoll man auf folgende Art gekommen ſeyn. Als Muſſchenbroek und ſeine Freunde bemerkten, daß elektriſirte Körper, wenn ſie der gemeinen Atmoſphäre ausgeſetzt waren, welche beſtändig mit ableitenden Theilchen von allerley Art angefüllt iſt, ihre Elektricität gar bald verloren, und nur eine ganz geringe Quantität davon zu behalten vermögend waren, fielen ſie auf den Gedanken, daß, wenn die elektriſirten Körper auf allen Seiten von ſol-

z) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1746.

ſolchen, welche von Natur elektriſch ſind, eingeſchloſſen würden, ſie alsdann vielleicht eine ſtärkere Kraft anzunehmen und dieſelbe länger zu behalten vermögend wären. Da zu dieſer Abſicht Glas der geſchickteſte elektriſche Körper, und Waſſer der geſchickteſte unelektriſche iſt; ſo ſtellten ſie die Verſuche anfänglich mit Waſſer in gläſernen Bouteillen an; es ward aber keine beträchtliche Entdeckung gemacht, als bis es dem Herrn Cunäus wiederfuhr, daß, als er einmal in der einen Hand ſein gläſernes Gefäß mit Waſſer hielt, welches vermittelſt eines Drathes mit der elektriſirten Röhre Communication hatte, und mit der andern Hand denſelben von der Röhre loß machte, er mit einemmale durch einen plötzlichen Schlag in ſeinem Arm und in ſeiner Bruſt erſchreckt ward, dergleichen er bey dieſem Verſuche am wenigſten erwartet hatte.

Als Allamand dieſen Verſuch, und zwar bloß mit einem gemeinen Bierglaſe, das erſtemal anſtellte, verſicherte er, daß er anfänglich einige Augenblicke ſeinen Athem verloren, und darauf einen ſo übermäßigen Schmerz längſt dem rechten Arme bekommen habe, daß er anfänglich üble Folgen davon befürchtete; doch wäre hernach alles ohne Schaden abgelaufen. Der merkwürdigſte Bericht aber iſt derjenige, welcher ſich vom Herrn Winkler herſchreibt. Er erzählt, daß, als er den Leidenſchen Verſuch zum erſtenmale anſtellte, er ſtarke Convulſionen darnach in ſeinem Körper empfunden habe, und daß ſein Geblüt ſo ſtark erhitzt worden ſey, daß er ein hitziges Fieber befürchtet, und kühlende Arzeneyen habe brauchen müſſen; im Kopfe an der Stirn habe es ihm etliche Tage wie ein Stein gelegen; einige Tage darauf habe

er

er zweymal Naſenbluten bekommen, wozu er ſonſt gar nicht geneigt geweſen ſey, und in den Gelenken der Hände und Arme habe er einen fortdauernden Schmerz, ein Zucken und Reißen empfunden, ſo daß er mit der rechten Hand in acht Tagen nicht habe ſchreiben können. Seine Gattin, welche den ſtarken elektriſchen Schlag nur zweymal bekommen, habe ſich ſo ſchwach darauf befunden, daß ſie kaum gehen können; und in der folgenden Woche, da ſie wieder ſo dreiſt geworden ſey, noch einen Schlag anzunehmen, habe ſie, nachdem ſie den Verſuch nur einmal angeſtellt, gleich einige Minuten darauf Naſenbluten bekommen.

Alle dieſe Nachrichten erregten ein unbeſchreibliches Aufſehen, und machten die Elektricität zum Gegenſtande der allgemeinen Unterredung. Jedermann war begierig, den Verſuch zu ſehen, und, der ſchrecklichen Berichte, welche davon abgeſtattet wurden, ungeachtet, zu fühlen.

Gralath und Winkler aber waren die erſten, welche der Erfindung ſelbſt etwas zuſetzten. Erſterer verſtärkte die Erſchütterung dadurch, daß er anſtatt des Arzneygläschens eine gläſerne Phiole von 5 Zoll im Diameter mit einem 10 Zoll langen Halſe, und anſtatt des eiſernen Nagels einen ſtarken eiſernen Drath mit einer Kugel, anſtatt des Weingeiſtes aber Waſſer nahm. Er fand zuerſt, daß dieſelbe Erſchütterung einer Menge Perſonen, welche ſich einander mit den Händen angefaßt hatten, mitgetheilt werden könne, wenn die Perſon an dem einen Ende der Reihe die Phiole auswendig berührte, und die an dem andern Ende einen mit der inwendigen Seite communicirenden Drath anfaßte. Auf ſolche Art ſtellte er den Verſuch am 20. Apr. 1746 in öffentlicher Verſammlung der Societät mit 20

Perſonen an; und er ſagt, daß er leicht vermuthen könne, daß ſolches auch mit tauſend und mehreren Perſonen angehen würde. Auch ließ er, anſtatt des unmittelbaren Berührens, die Verbindung der Perſonen mittelſt anderer Körper machen; waren dieſe Metall, z. B. eiſerne Stangen, blecherne Röhren oder Dräthe, ſo empfanden die Perſonen die ſtarke Erſchütterung; waren es aber andere unelektriſirte Körper, z. B. hölzerne Stöcke, hanfene Stricke u. ſ. f., ſo erfolgte nicht die geringſte Mittheilung der Erſchütterung; die an ſich elektriſchen Körper aber, z. B. gläſerne Röhren, Siegellack u. d. gl. waren hiezu gar nicht tauglich. Um die Mittheilung der elektriſchen Erſchütterung in einer größern Entfernung und in freyer Luft noch weiter zu unterſuchen, ließ er diejenige Perſon, welche die Phiole mit dem Drathe hielt, mit der andern Hand eine eiſerne Stange anfaſſen, deren anderes Ende jemand mit der linken Hand hielt und mit der rechten Hand das Ende eines langen meſſingenen Drathes gefaßt hatte, der zum Fenſter in den Garten herabgelaſſen, in demſelben herumgeleitet und durch ein anderes Fenſter wieder in das Zimmer geführt war, wo eine andere Perſon mit der linken Hand das Ende deſſelben, und mit der rechten eine eiſerne Stange hielt, deren anderes Ende noch ein anderer gefaßt hatte, welcher wiederum, vermittelſt einer eiſernen Stange, mit der Perſon verbunden war, die den Funken aus dem Drathe in der Phiole herauslockte; den meſſingenen Drath, der in einem fortgieng, faßten im Garten hie und da einige Perſonen mit beyden Händen an. Als nun der Funke herausfuhr, bekamen die Perſonen, welche im Zimmer den Drath und die Stangen angefaßt hatten, in beyden Armen einen ſtarken und ſehr empfindlichen

Schlag,

Schlag, diejenigen Perſonen aber, welche im Garten den Drath angefaßt hielten, empfanden gar nichts davon. Auch war Gralath der erſte, welcher dasjenige, was wir jetzt eine elektriſche Batterie nennen, anlegte. Er nahm nämlich zur Verſtärkungsmaſchine Deſtillirkolben von dünnem Glaſe mit einem langen Halſe, die die Franzoſen Matras nennen, von 4, 5 bis 6 Zoll im Durchmeſſer, und den Hals ließ er 10 bis 15 Zoll lang. Dieſe Phiolen machte er von außen recht rein und trocken; zur Winterszeit füllte er ſie halb voll mit warmem Waſſer; im Sommer aber goß er nur kaltes Waſſer hinein; alsdann ſteckte er einen ſtarken eiſernen Drath, woran oben eine bleyerne Kugel, von 4, 5 bis 6 Linien im Durchſchnitte, gelöthet und welcher oben rechtwinklicht gebogen war, hinein, ſo daß er etwa 6 bis 8 Zoll über dem Halſe der Phiole hervorragte. Zuletzt bemerkt er, daß, wenn die Phiole einen Riß hat, er mag ſo klein ſeyn wie er will, zumal auf dem Boden, wo ſie auf der flachen Hand ruht, der Erfolg des Verſuchs dadurch gänzlich gehindert und geſtört werde; imgleichen daß die Verſtärkungsmaſchine, wenn ſie abgenommen worden, ihre Kraft nicht auf einmal oder nach einer einzigen Berührung verliere; ſondern, daß man mehrere Funken nach einander herauslocken könne; es ſeyen aber die Schläge bey den auf einander folgenden Berührungen immer ſchwächer; hält man aber etwas ein, und läßt einige Minuten verlaufen, ſo werden die Funken wieder ſtärker; ja wenn ſie zuweilen alle Elektricität verloren zu haben ſcheint, ſo bekomme ſie nach Verlauf einiger Zeit dieſelbe dennoch wieder [a]). Dieß iſt jetzt der ſogenannte

Rück-

a) Verſuche und Abhandl. der naturf. Geſellſchaft zu Danzig. Th. I. S. 442.

Rückſtand von der Ladung, und nichts anders, als ein Theil der Ladung, welcher in dem unbeſchlagenen Theile der Phiole liegt, der alle ſeine Elektricität nicht auf einmal fahren läßt.

Winkler [b]) erfand ein Mittel, wodurch er, ohne ein Thier zu martern oder ſeine und anderer Menſchen Geſundheit in Gefahr zu ſetzen, die Eigenſchaften der verſtärkten Elektricität unterſuchen konnte. Er legte nämlich um die gläſerne Flaſche, worin der Drath ſteckt, eine eiſerne Kette, welche auf einem zinnernen Teller ruhte; auf dieſen ſetzte er ein Stück Metall, welches oben rund war; dieſes Metall ſtellte er unter der elektriſirten Röhre in einer ſolchen Entfernung, daß zwiſchen der Röhre und dem Stück Metall ein Funke entſtehen konnte; alsdann ſchlug der Funke wie ein Donnerſtrahl, daß man ihn auf hundert Schritte ſehen und hören konnte. Eben dieſes von Winkler angegebenen Kunſtgriffes bediente ſich nicht allein Gralath bald darauf bey den Verſuchen von der tödtlichen Verletzung durch die elektriſchen Funken, ſondern er gebrauchte denſelben auch nachher beſtändig in ſolchen Fällen, wo er die Erſchütterung in andern Körpern erregen wollte, ohne ſich ſelbſt der ſchmerzhaften Empfindung auszuſetzen. Da Winkler aus andern Verſuchen wahrgenommen hatte, daß die unmittelbare Berührung der gläſernen Flaſche nicht unumgänglich nöthig ſey, ſondern daß durch die Berührung des metallenen Körpers, auf welchem die Flaſche ruht, oder des darin befindlichen Waſſers, eben dieſel-

b) On the effects of electricity upon himſelf and his wife. Philoſ. Tranſ. n. 480.

ſelbe Wirkung hervorgebracht werden könne, ſo kam er auf den Gedanken, den Verſuch im Großen anzuſtellen, um zu erfahren, ob ſowohl im ſtehenden als fließenden Waſſer der Verſuch von ſtatten gehen würde. Dieſen Verſuch ſtellte er am 28. Jul. 1746 in dem Apelſchen Garten auf der Pleiſſe an. Er hatte nämlich drey große mit Waſſer gefüllte Flaſchen, in deren jede ein meſſingener Drath geſteckt war, in die Pleiſſe gehängt. Die drey Dräthe waren auswendig ſo zuſammen geflochten, daß man eine Kette daran hängen konnte. Unter freyem Himmel hieng zwiſchen zwey Geſtellen an ſeidenen Schnüren das meſſingene Rohr. Von dem einen Ende deſſelben war eine Kette an die geflochtenen Dräthe, und von dem andern Ende eine andere Kette in ein Zimmer, wo die Maſchine ſtand, auf ein blechenes Kreuz gezogen, welches von den elektriſirten Körpern die Elektricität empfieng. Unter dem meſſingenen Rohre lag auf einem Stative eine kupferne Hohlkugel, woran die eiſerne Kette hieng, welche um die drey Flaſchen in der Pleiſſe geſchlungen war. Indem man Vormittags elektriſirte, da die Sonne auf die Röhre ſchien, ſo entſtanden zwiſchen Rohr und Kugel ſo ſtarke Funken, daß man ſie in einer Entfernung von 200 Schritten konnte blitzen ſehen und ſchlagen hören. Hierauf ward die Kette, die um die Flaſchen lag, von ihnen weggenommen, und 30 Ellen weit davon, bald oberhalb, bald unterhalb, in den Strom gelegt. So ſtark nun die elektriſchen Funken zuvor geweſen waren, ſo ſtark waren ſie auch jetzt. Auf denſelben Verſuch war auch zu gleicher Zeit Monnier in Frankreich gefallen. Endlich fand Winkler, daß, je mehr Glaskugeln gebraucht wurden und je größer dieſelben waren, deſto ſtärker auch Licht, Schlag und Er-

ſchütterung waren, womit die erregten Funken die ſinnlichen Gliedmaßen rührten.

Als Jallabert [c]) den leydenſchen Verſuch mit heißem Waſſer anſtellte, zerbrach die Phiole bey einer von freyen Stücken erfolgten Entladung, und ein kreisrundes Stück von 2½ Linien im Durchmeſſer ſprang von dem Orte des Sprunges gegen eine Mauer, welche 5 Fuß davon entfernt war. Das Gefäß hatte, wie er verſichert, weder einen Riß, noch ſonſt einen andern Schaden.

Die meiſten Erweiterungen dieſer wichtigen Entdeckung hat D. Watſon [d]) in den folgenden Jahren hinzugeſetzt. Er bemerkte, daß dieſer Verſuch am beſten von ſtatten gieng, wenn die Phiole, worin das Waſſer befindlich war, vom dünnſten Glaſe, und das Waſſer wärmer als die äußere umgebende Luft war. Er meldet, daß er die Wirkung durch Vermehrung der Quantität des Waſſers in gläſernen Gefäßen von verſchiedener Größe, welche bis auf 4 Maaß gehalten, verſucht habe, ohne daß der Schlag im geringſten verſtärkt worden wäre. Auch bemerkte er, daß die Stärke des Schlages gar nicht nach dem Verhältniſſe der Größe der Kugel, oder nach der Anzahl der bey dieſer Gelegenheit gebrauchten Kugeln zunahm, ſondern daß er eben ſo ſtark erſchüttert wurde, da er den Verſuch mit einer Kugel von 7 Zoll im Durchſchnitte anſtellte, als da er 4 Kugeln, eine von 16, und 3 von 10 Zoll dazu nahm; und aus Hamburg hat er die Nachricht erhalten, daß man

c) Experiences. p. 128.

d) Philoſ. Tranſact. 1748. 1749. n. 477. 478. 482. 485. 489.

man bey dem Gebrauche einer Kugel von Einer Brabandter Elle im Durchſchnitte die gehoffte Verſtärkung nicht habe bemerken können. Bey dieſen beyden Beobachtungen muß aber nothwendig irgend ein Verſehen vorgegangen ſeyn. Wenn er Queckſilber ſtatt des Waſſers in die Phiolen geſchüttet hat, ſo iſt der Schlag gar nicht ſtärker, im Verhältniſſe des eigenthümlichen Gewichtes des Queckſilbers, geweſen. Auch bemerkte er zuerſt, daß verſchiedene Perſonen, welche auf elektriſchen Körpern ſtehend einander angefaßt hatten, insgeſammt erſchüttert wurden, obgleich nur einer den elektriſirten Flintenlauf berührte; daß aber alsdann das ſtärkſte Feuer aus ihnen allen herausfuhr, wenn bloß Einer denſelben entladen hatte.

Verſchiedene dieſer Bemerkungen zeigen, was für unvollſtändige Einſichten man von dieſem Verſuche eine Zeitlang, nachdem er zuerſt angeſtellt worden war, gehabt habe. Inzwiſchen bemerkte Watſon einen das Laden der Phiole betreffenden Umſtand, welcher, wenn derſelbe weiter verfolgt wäre, ihn auf diejenige Entdeckung gebracht haben würde, welche nachher vom D. Franklin gemacht ward. Er ſagt, daß, wenn die Phiole gehörig elektriſirt iſt und man die Hand daran hält, man den Feuerſtrahl überall, wo man dieſelbe auch berührt, aus der auswendigen Seite des Glaſes herausfahren ſehe, und denſelben in der Hand kniſtern höre.

Er bemerkte auch, daß, wenn bloß ein einzelner Drath um eine mit warmem Waſſer gehörig angefüllte und geladene Phiole befeſtigt ward, man, ſobald der Schlag geſchah, die elektriſchen Strahlen

aus

aus dem Drathe herausfahren und das in der Phiole befindliche Waſſer erleuchten ſah.

Außerdem beobachtete Watſon noch verſchiedene andere das Entladen der Phiole betreffende wichtige Umſtände. Er fand, daß der Schlag ſich wie die Berührungspunkte der unelektriſchen Körper an der auswendigen Seite des Glaſes verhielt. Als nun D. Bevis die Verſuche zeigte, welche zum Beweiſe dieſes Satzes dienten, erſann derſelbe eine andere Einrichtung, denſelben zu beweiſen, wodurch ſich die Kraft des geladenen Glaſes weit mehr verſtärken ließ, als bey der erſten Entdeckung davon zu erwarten war. Dieſe Einrichtung beſtand darin, daß Bevis die Phiole auswendig bis an den Hals mit dünnem Bley oder Zinnfolie überzog. Wenn eine Flaſche auf dieſe Art zubereitet und mit Waſſer faſt bis oben an gefüllt ward, ſo nahm man wahr, daß eine Perſon, welche einen mit dieſem Ueberzuge verbundenen Drathfaden bloß in ihrer Hand hielt, einen eben ſo ſtarken Schlag fühlte, als es geſchehen ſeyn würde, wenn ihre Hand jeden Theil der überzogenen Phiole wirklich berührt hätte.

Watſon entdeckte ferner, daß die elektriſche Kraft in dem Umkreiſe, welchen ſie bey dieſem Verſuche macht, allemal den nächſten und kürzeſten Weg zwiſchen dem elektriſirten Metalle und der Waſſerflaſche nehme. Er bemerkte, daß jemand, der in einer Geſellſchaft einander die Hand gebender Perſonen zwey Perſonen in dem Kreiſe berührt, welche ſelbſt einander berühren, nichts von dem Schlage empfinde, weil ſein Körper keinen weſentlichen Theil des Kreiſes ausmacht; imgleichen, daß, wenn jemand, der einen Drath hält, welcher

mit der auswendigen Seite der Phiole communicirt, indem dieſelbe an dem elektriſirten Flintenlaufe hängt, den Flintenlauf damit berührt, der Schlag zwar erfolgt, jedoch ſo, daß dieſelbe Perſon nicht das Geringſte davon empfindet.

In einem der königlichen Societät am 21. Jan. 1748 vorgeleſenen Aufſatze gedenkt Watſon noch einer andern die Leydenſche Flaſche betreffenden Entdeckung, welche D. Bevis angegeben hatte, und die von ihm ausgeführt worden war. Da er ſich völlig überzeugt hatte, daß der aus der Phiole fahrende Schlag der in dem Glaſe befindlichen Quantität von Materie gar nicht gemäß war, ſondern dadurch, ſo wie auch durch die Anzahl der Berührungspunkte unelektriſcher Körper an der auswendigen Seite des Glaſes, verſtärkt ward; ſo nahm er drey irdene Krüge, worin er Schrot that, verband ihre Dräthe und ihren Ueberzug mit einander, und brachte aus ihnen allen, wie aus einem einzigen Kruge, den Schlag heraus. Hiebey bemerkte er nun, daß der elektriſche Schlag von zweyen oder dreyen dieſer Krüge nicht gedoppelt oder dreyfach ſtärker war, als der aus einem einzigen, ſondern daß der Schlag von dreyen nur lauter war, als der von zweyen; und der von zweyen lauter, als der von einem.

Dieſer Verſuch hatte ihn veranlaßt zu glauben, daß der Schlag von dieſen Krügen der ſtarken Quantität der darin befindlichen unelektriſchen Materie zuzuſchreiben ſey; und da er auf eine zuverläſſige Methode dachte, ob ſich dieſes wirklich alſo verhalte, benachrichtigte ihn D. Bevis: er habe wahrgenommen, daß, als er die Seiten einer Glasſcheibe, ohngefähr einen Zoll breit vom Rande, überzogen habe,

be, der elektriſche Schlag eben ſo ſtark geweſen ſey, wie er jemals von einer ein halbes Nöſel Waſſer haltenden Phiole ſeyn konnte. Hierauf überzog Watſon groſſe irdene Krüge, ſowohl in- als auswendig, 1 Zoll breit von dem oberſten Theile, mit Silberblättchen, und ward durch den daraus hervorgebrachten Schlag, da doch ſo wenig unelektriſche Materie ſich darin befand, auf die Gedanken gebracht, daß die Wirkung der Leydenſchen Flaſche nicht ſowohl durch die Quantität der in dem Glaſe enthaltenen unelektriſchen Materie, als vielmehr durch die Anzahl der Berührungspunkte unelektriſcher Körper innerhalb dem Glaſe, und durch die Dichtigkeit der Materie, woraus die Punkte beſtehen, ungemein verſtärkt werde, wo nicht gar hauptſächlich davon herrühre. Auch bemerkte er, daß der Schlag von heißem Waſſer, welches in Gläſern verſchloſſen geweſen, ſtärker war, als von kaltem; und von ſeinen überzogenen Krügen, wenn ſie warm gemacht worden, ſtärker war, als wenn dieſelben kalt waren.

Ferner nahm Watſon wahr, daß, wenn der Kreis zur Entladung nicht durch vollkommene Leiter hindurch gieng, der Schlag langſam und nicht auf einmal erfolgte. Dieſes Geſetz, ſagt er, war unveränderlich; allein er konnte die wahre Urſache davon nicht angeben. Um aber zu beweiſen, daß die Elektricität mit ihrer ganzen Kraft durch den Bezirk unelektriſcher Körper hindurch gehe, legte er eiſerne Stangen in einem Kreiſe herum, und zwiſchen jeder Stange einen Löffel mit Spiritus; hier bemerkte er, daß bey erfolgtem Schlage ſämmtliche Löffel auf einmal in Flamme ſtanden. Es war dieß, wie er anführt, das erſte mal, daß Geiſter in Brand ge-

riethen, ohne daß weder dieſelben, noch die unelektriſchen Körper, worauf ſie ſtanden, iſolirt waren, oder auf Körpern, welche von Natur elektriſch ſind, ſich befanden. Der Durchgang der Elektricität aber, ſagt er, durch den ganzen Umkreis der unelektriſchen Körper iſt ſo ſchnell, daß ſie in leichten Körpern, welche man den unelektriſchen ſehr nahe ſtellt, weder durch Anziehen, noch irgend auf eine andere Art einige Veränderung hervorbringt.

Watſon hatte ſich gleich anfänglich, als er den Leydenſchen Verſuch anſtellte, über die Urſache deſſelben folgende Vorſtellungen gemacht. Eine Folge von Verſuchen, welche nachher erzählt werden ſollen, hatten ihn auf den Gedanken des Zu- und Ausfluſſes der elektriſchen Materie bey allen elektriſchen Verſuchen gebracht. Er glaubte nämlich, aus dieſen Verſuchen erwieſen zu haben, daß die nahe an einem elektriſchen Körper befindlichen Materien demſelben eben ſo viel Elektricität zuführen, als in dem an ſich elektriſchen Körper befindlich, oder in dem elektriſirten angehäuft worden ſey. Nimmt man alſo hiernach an, daß die Waſſerphiole, welche ein Menſch in der Hand hält, bis zum höchſten Grade elektriſirt worden, und daß er mit einem Finger der andern Hand den Flintenlauf berührt, ſo verliert der Menſch in dem Augenblicke, da der Funke herausfährt, ſo viel Elektricität aus ſeinem Körper, als in dem Waſſer der gläſernen Phiole und dem Flintenlauſe angehäuft geweſen war, und er empfindet in ſeinen beyden Armen die Wirkung des elektriſchen Stromes, der mitten durch den einen Arm in den Flintenlauf, und durch den andern in die Waſſerphiole fährt. Eben dieſelbe Menge des elektriſchen Feuers, die der Menſch alsdann verliert, wird un-

mit-

mittelbar aus dem Fußboden wieder erſetzt, und zwar mit eben der Heftigkeit, mit welcher ſie ſich verloren hat. Beyde elektriſche Ströme, nämlich ſowohl der, welcher aus dem Fußboden in den Menſchen, als der, welcher aus dem Menſchen in die Waſſerphiole fährt, werden auf eine leicht begreifliche Art aufgehalten; entweder, wenn das Glas der Waſſerphiole ſehr dick iſt, oder, wenn die Phiole nur in ſehr wenigen Punkten von dem unelektriſchen Körper berührt wird; imgleichen, wenn der Menſch auf einem an ſich elektriſchen Körper ſteht; oder auch, welches auf eins hinaus kommt, wenn die Sohlen an ſeinen Schuhen ſehr trocken ſind. Auch erhellt aus Watſon's Anmerkungen über einige nachher zu erwähnende Verſuche des Herrn Monnier, daß er ſich damals einbildete, daß, ungeachtet eine beträchtliche Quantität elektriſcher Materie durch das Glas hindurch gehe, dennoch der Verluſt der elektriſchen Materie auf dieſe Art demjenigen, was durch den Drath hinzugeführt wird, nicht gleichkomme, weil, wegen Dünne des Glaſes, die Elektricität nicht gänzlich, ſondern nur zum Theil zurückgehalten werden kann.

Als aber nachher Watſon auf Veranlaſſung einiger in der Folge zu erwähnenden Verſuche ſeine bisherige Meynung wegen dieſes Zu- und Ausfluſſes der elektriſchen Materie änderte, wiederrief er zugleich dieſen Grundſatz, und ſetzte, zur Widerlegung deſſelben, ferner hinzu, daß die Phiole einen eben ſo ſtarken Schlag von ſich gebe, wenn der Drathreifen umgebogen wird, ſo daß derſelbe dicht an den Ueberzug der Phiole zu liegen kommt, ohne daß irgend ein anderer unelektriſcher Körper, woraus eine ſolche Quantität wieder erſetzt werden könnte, ſich in der Nähe

befinde. Auch hatte er beobachtet, daß, wenn jemand auf Glas ſtand und die Phiole berührte, er eben ſolchen Schlag empfand, als wenn er auf dem Fußboden geſtanden hätte.

Auch Wilſon beſchäftigte ſich mit dem leydenſchen Verſuche, und wir haben ihm verſchiedenes zu danken, was angeführt zu werden verdient. Er verſichert, gleich zu Anfange des Jahrs 1746 eine Methode, den Schlag irgend einem beſondern Theile des Körpers beyzubringen, ohne daß das übrige getroffen werde, entdeckt zu haben. Er verſtärkte die Gewalt des Schlages dadurch, daß er die Phiole in Waſſer untertauchte, und ihr auf ſolche Art auswendig einen Ueberzug von Waſſer, eben ſo hoch als ſie inwendig angefüllt war, gab *).

In einem aus Dublin am 6. Oct. 1746 an Smeaton erlaſſenen Schreiben erzählt Wilſon einige Verſuche, welche von ihm angeſtellt worden ſind, um das Geſetz der Anhäufung der elektriſchen Materie in der leydenſchen Flaſche zu entdecken; wobey er gefunden hat, daß daſſelbe mit der Dünne des Glaſes, mit der Oberfläche deſſelben, und mit der Oberfläche der entweder die in- oder auswendige Seite deſſelben berührenden unelektriſchen Körper allemal in einem genauen Verhältniſſe ſtehe. Die Verſuche wurden mit Waſſer angeſtellt, welches ein wenig warm gemacht worden, und in die Flaſche gegoſſen ward, unterdeſſen daß die auswendige Seite in ein mit Waſſer, welches aber etwas kälter war, angefülltes Gefäß verſenkt ward, jedoch ſo, daß 3 Zoll, oder ohngefähr ſo viel, unbedeckt blieben, welche trocken erhalten, und gegen Staub geſchützt wurden. Dieſen Verſuch meldete er

*) Eſſay. p. 88.

er Herrn Folkes, der der königl. Societät am 23. Octob. 1746. vorgeleſen ward, wie aus ihrem Protocolle von dieſem Tage zu erſehen iſt.

Noch einen andern artigen Verſuch ſtellte Wilſon an, um eine Lehrmeynung zu beweiſen, worauf er vorlängſt gefallen war, den Einfluß eines ſubtilen Mittelkörpers betreffend, der alle Körper umgiebt, und dem Eintritte oder Ausfluſſe der elektriſchen Materie widerſteht. Um hierin zur Gewißheit zu gelangen, ſtellte er den Leydenſchen Verſuch mit einer Kette an, und betrachtete jedes Glied derſelben in ſo fern es wenigſtens zwey Oberflächen hat, ſo daß das Verlängern oder Verkürzern der Kette bey jedem Verſuche einen verſchiedenen Widerſtand verurſachte. Der Erfolg war, wie er verſichert, ſeiner Erwartung gemäß. Wenn er den elektriſchen Schlag blos mit einem Drathe heraus lockte, ſo fand er den Widerſtand nicht ſo ſtark, als wenn er ſich einer Kette bediente. Um aber die Sache außer allem Zweifel zu ſetzen, hieng er ein Gewicht an die Kette, um ſie ſolchergeſtalt auszuſtrecken, damit die Glieder dichter an einander ſchließen möchten. Er bemerkte denſelben Erfolg, als wenn er ſich bloß eines Draths bediente.

Als er zwey Kreiſe gezogen hatte, wovon der eine aus den Armen eines Menſchen, und der andere aus den Gliedern einer Kette beſtand, ſo nahm er wahr, daß das Feuer ſich nach den Armen des Menſchen, wenn hingegen die Kette aus einander geſtreckt war, nach der Kette hinzog. Es kann ſich, ſagt er, niemand, der den Verſuch nicht ſelbſt gemacht hat, vorſtellen, mit welcher Kraft die Kette angezogen werden müſſe, ehe der Verſuch gelingen will, und wie die elektriſche Flüſſigkeit hindurch gehe, ohne an einem

nem einzigen Gliede einen Funken hervorzubringen; d. i. ehe die Glieder völlig ſo nahe an einander gebracht werden können, daß ſie einander genau berühren, weil ihre eigene Schwere durchaus nicht dazu hinreichend iſt.

Wilſon bemerkte, daß, wenn ein Theil der Leydenſchen Flaſche ſehr dünn geſchliffen und mit Siegellack überzogen ward, bis ſie geladen war, und alsdann der Siegellack abgenommen und ein mit der Erde verbundener Leiter an den dünnen Theil gehalten ward, die Ladung beynahe in halb ſo vieler Zeit, als ſonſt geſchehen wäre, ſich zerſtreuete. Auch nahm er wahr, daß Körper außerhalb des elektriſchen Kreiſes von dem Schlage erſchüttert wurden, wenn ſie bloß irgend einen Theil deſſelben berührten, oder demſelben ſehr nahe lagen. Um dieſes aufs deutlichſte zu zeigen, ſtellte er eine geladene Phiole auf einen gläſernen Ständer, und legte verſchiedene Stücke Kupfer auf den Ständer, das eine ganz dicht an die Kette, welche den Kreis bildete, und die andern ein Zwanzigtheil eines Zolls von derſelben, oder von einander, entfernt; da denn bey erfolgter Entladung ein Funke zwiſchen jedem derſelben ganz deutlich zu ſehen war. Einige Aehnlichkeit hiemit hatte einiger Maaßen folgende von ihm gemachte Beobachtung: wenn nämlich der Kreis nicht aus Metallen oder andern guten Leitern beſtand, ſo empfieng diejenige Perſon, welche denſelben berührte, in dem Arme, welcher den Kreis berührte, einen ziemlich ſtarken Schlag.

Ferner bemerkte er, daß, wenn die Phiole in- und auswendig mit Metallen überzogen war, der erſte Schlag die größte Proportion mit den folgenden hatte, indem die ganze Ladung faſt auf einmal zerſtreuet

ſtreuet war; da hingegen beym Gebrauche des Waſſers die folgenden Schläge häufiger und ſtärker waren; und, wenn die Phiole mit nichts weiter als einem hineingeſteckten Drathe geladen war, der erſte Schlag, und die folgenden Schläge noch mehr, einander faſt gleich waren.

Als es ſich einſt ereignete, daß Wilſon bey Gelegenheit des convulſiviſchen Schlages, welchen die Leydenſchen Flaſche ſeinen Armen gegeben hatte, einen dünnen Drath zerbrach, befeſtigte er an ſeine mit Leder wohl verwahrten Hände einen ſtärkern Drath von der Dicke einer mittelmäßigen Stricknadel, und nahm eine ſolche Stellung, daß derſelbe nothwendig ausgedehnt werden mußte, wenn ſein Arm etwa abermals convulſiviſch erſchüttert werden ſollte. Als er darnach den Schlag aus der Phiole heraus lockte, zerbrach dieſer Drath ebenfalls, wie der vorige.

Georg Graham[f]) zeigte, wie verſchiedene Kreiſe zur Entladung der Leydenſchen Flaſche zugleich gezogen werden könnten, und wie man es anzuſtellen habe, daß das Feuer durch dieſelben insgeſammt hindurch müßte. Er ließ einer Anzahl Perſonen eine metallene Platte halten, welche mit der auswendigen Seite der Phiole verbunden war, und alle zuſammen gleichfalls ein kupfernes Stängchen, womit der Schlag herausgelockt war, anfaſſen, da ſie denn insgeſammt zugleich und in gleichem Grade erſchüttert wurden.

Endlich fand Canton[g]), daß, wenn eine geladene Phiole auf elektriſche Körper geſtellt ward, der Drath und der Ueberzug einen oder zwey Funken wechſels

f) *Wilſon's* eſſay. p. 128.

g) Ibid. p. 64.

ſelsweiſe von ſich gaben, und bey fortgeſetzter Operation die Phiole den Schlag hervorbrachte. Dieſe Entdeckung hat mit der wichtigen Entdeckung des D. Franklin eine nahe Verwandtſchaft; allein Canton bemerkte damals nicht, daß dieſe abwechſelnde Funken von beyden entgegengeſetzten Elektricitäten herkamen. Ja Gralath und Richmann beobachteten bey verſchiedenen Fällen einen ſtärkern Funken zwiſchen beyden Körpern, wenn ſie beyde elektriſirt worden waren, als wenn bloß einer elektriſch gemacht war; keiner von ihnen aber fiel auf die Vermuthung, daß die Elektricitäten von verſchiedener Art wären [h]).

Gerade zu der Zeit, da Muſſchenbroek's Bericht von dem Verſuche mit der Flaſche bey dem Herrn von Reaumur in Frankreich eintraf, waren eben daſelbſt verſchiedene Gelehrte mit der Elektricität beſchäftigt. Die Herren Nollet und le Monnier wurden durch dieſen Bericht ſo ſehr aufgemuntert, dieſen Verſuch, ungeachtet Muſſchenbroek ihnen durch ſein Schreiben Furcht eingeflößt haben mußte, zu wiederholen. Ihrer Verſicherung nach fanden ſie ebenfalls die Erſchütterung überaus heftig. Die Nachricht hievon verbreitete ſich augenblicklich an den Hof und durch die ganze Stadt, und eine große Menge Menſchen war neugierig, die Wirkung dieſer neuen Erſcheinung zu ſehen und zu erfahren.

Der Abt Nollet war der erſte, welcher in Frankreich Verſuche mit der Phiole machte. Alle Beobachtungen, welche er hiebey wahrgenommen hatte, finden ſich in ſeinen Leçons de phyſique. p. 481. Die Umſtän-

h) Wilke, in ſeiner Vorrede zur deutſchen Ueberſetz. der Briefe des Hrn. Franklin.

Umſtände, welche die engliſchen Naturforſcher außer Acht gelaſſen hatten, ſind folgende:

Der Abt Nollet bekam einen Schlag von einer Flaſche, aus welcher er die Luft herausgezogen und worin er das Ende ſeines Leiters geſteckt hatte. Dieſe Entdeckung war bloß zufällig: denn er erhielt den Schlag, als er die eine Hand in der Abſicht an das gläſerne Gefäß hielt, um das ſchöne Strahlenſchießen des elektriſchen Lichts nach demſelben hinzu im luftleeren Raume zu beobachten, und als er ſeine andere Hand an den Leiter brachte, um etwas an demſelben zurecht zu machen. Der Schlag, welchen er bekam, war, wie er verſichert, ſtärker, als er ihn jemals von dem Leydenſchen Verſuche bey irgend einer andern Einrichtung empfand.

Er bemerkt, daß er das Waſſer weiter von keinem Nutzen, als die elektriſche Materie nach der inwendigen Seite des Glaſes zu bringen, betrachte, und daß er die Kraſt des Glaſes, einen Schlag hervorzubringen, derjenigen Eigenſchaft deſſelben zuſchreibe, vermöge welcher es dieſelbe ſtärker, als Leiter thun, zurück behält, und derſelben nicht ſo leicht, wie dieſe, beraubt wird.

Le Monnier ſoll nach Buffon's Verſicherung am erſten entdeckt haben, daß die Leydenſche Flaſche ihre Elektricität noch lange nachher, nachdem man ſie geladen hat, behalte. Er ſoll dieſes zur Zeit des Froſtes auf 36 Stunden lang ſo befunden haben. Er elektriſirte ſeine Phiole gemeiniglich zu Hauſe, und trug ſie in ſeiner Hand viele Straßen hindurch von dem Harcourt-Collegio nach ſeinen Zimmern in dem Königsgarten, ohne eine merkliche Verminderung ihrer Wirkſamkeit.

Nollet machte in Gegenwart des Königs einen Verbindungskreis von 180 Perſonen, und in dem Carthäuſerkloſter zu Paris machte die ganze Commu- nität eine Reihe von 900 Toiſen aus, vermittelſt ei- ſerner Dräthe zwiſchen jeden 2 Perſonen; den elektri- ſchen Schlag, welcher aus der Phiole herausgelockt wurde, fühlten alle in ein und demſelben Augenblicke auf gleiche Weiſe.

Auch verſuchte Nollet die Wirkung des elek- triſchen Schlages bey zwey Vögeln, und zwar bey ei- nem Sperlinge und einem Finken, zuerſt; bey dem erſten Schlage wurden beyde augenblicklich ſo heftig gerührt, daß ſie ohne Bewegung blieben, und kaum einige Zeichen des Lebens mehr von ſich gaben, wie- wohl nur eine Zeitlang, denn nach wenigen Minuten erholten ſie ſich wieder. Von dem zweyten Schlage ward der Sperling wirklich getödtet. Auch Fiſche wurden durch den elektriſchen Schlag von Nollet und andern getödtet.

Auch gedenkt Nollet des Zerberſtens der glä- ſernen Gefäße von dem elektriſchen Schlage. Es be- kamen dieſelben, wie er verſichert, runde Löcher, 3 bis 4 Linien breit.

Die engliſchen und franzöſiſchen Schriftſteller ſcheinen beobachtet zu haben, daß die Phiole, wenn ſie auf Glas ſtand, nicht geladen werden konnte, außer wenn Jemandes Hand, oder ſonſt eine unelek- triſche Subſtanz nahe daran gebracht ward. Hie- bey meinten ſie, daß das Feuer aus der Hand heraus ſtrömte, und durch die Subſtanz der Phiole hindurch in das Waſſer gienge. Auch bemerkten ſie, daß ein leichter Körper von einer geladenen Phiole, die auf

auf dem Tiſche ſtand, angezogen ward, wenn jemand den Drath berührte; ward hingegen die Phiole ſelbſt berührt, ſo ward der leichte Körper mit einer Kraft zurückgeſtoßen, welche dem Anziehen deſſelben in dem vorhergehenden Falle gleich war. Ferner fanden ſie, daß die geladene Phiole, wenn ſie auf Glas ſtand, ſich ohne alle Gefahr berühren ließ. Alle dieſe Verſuche ſcheinen aber nicht mit gehöriger Vorſicht angeſtellt worden zu ſeyn; denn durch Aufmerkſamkeit auf eben dieſe Umſtände ward nachher Franklin auf die wichtige Entdeckung der verſchiedenen Beſchaffenheit der Elektricität von verſchiedenen Seiten des Glaſes geleitet.

Die Erfindung der Leydenſchen Flaſche gab Veranlaſſung zu großen und weit ausgedehnten elektriſchen Verſuchen, wobey ſich die franzöſiſchen Naturforſcher zuerſt auszeichneten. Es iſt bereits angeführt, daß man einen Umkreis von 900 Toiſen machte, welcher aus Menſchen beſtand, wovon allemal zwey und zwey einen Drath hielten, durch welchen der elektriſche Schlag ſehr merklich zu fühlen war. Ein anderesmal leitete man den Schlag durch einen 2000 Toiſen langen eiſernen Drath, der beynahe eine franzöſiſche Meile ausmacht, wovon ein Theil mitten durch eine Wieſe gieng, auf welcher das Gras noch naß vom Thaue war; ein anderer ward über eine Hagebüchenhecke geführt und um verſchiedene Bäume geſchlungen, und ein großer Theil lag auf einem friſch gepflügten Acker; aller dieſer Hinderniſſe ungeachtet aber iſt die Elektricität doch durchgedrungen, und hat, wie ſonſt, die heftige Erſchütterung verurſacht. Le Monnier hatte um das Baſſin des königlichen Gartens der Thuillerien, welches 100 Quadratruthen hält,

und deſſen Tiefe 2½ Fuß iſt, von auſſen einen eiſernen Drath auf ſolche Art gezogen, daß die beyden Enden des Draths die beyden Enden des Baſſins berührten, ohne daß der Drath an das Waſſer kam; eine Perſon hielt mit der linken Hand das eine Ende des Draths, und tauchte einen Finger der rechten Hand in das Waſſer; le Monnier aber hatte das andere Ende des Draths in der rechten Hand, und in der linken die elektriſirte Bouteille. Sobald er nun mit dem eiſernen Drathe der Bouteille an den Knopf eines in das Baſſin geſteckten Degens kam, fühlte die andere Perſon, welche ihren Finger in das Waſſer getaucht hatte, einen empfindlichen Schlag. Le Monnier war der Meynung, daß das ganze Baſſin bey dieſem Verſuche elektriſirt worden ſey. Gralath ſtellte verſchiedene Verſuche an, welche beweiſen, daß Körper, durch welche der erſchütternde Stoß geht, eigentlich dadurch gar nicht elektriſch werden.

Auch ſuchte le Monnier der jüngere die Geſchwindigkeit der elektriſchen Materie zu beſtimmen, und ließ in dieſer Abſicht den elektriſchen Schlag durch einen 950 Toiſen langen eiſernen Drath fahren; konnte aber nicht bemerken, daß derſelbe zum Hindurchgehen eine Viertelſekunde gebrauchte. Ferner fand er, wenn ein Drath von 1319 Fuß, welchen er in der Mitte zuſammengebogen hatte, ſo daß die beyden Enden nahe bey einander kamen, auf ſeidene Schnüre gelegt und elektriſirt ward, und er hernach an eines von beyden Enden den Finger hielt, daß ein Funke herausfuhr, und die Elektricität ſich am andern Ende in demſelben Augenblicke verlor. Man kann daher, ſeiner Meynung nach, nicht ſagen, daß

der

der Funke die elektriſche Materie mit einer ſolchen Geſchwindigkeit durch alle Theile des Körpers forttreibe, weil hier im Gegentheil die in dem Drathe überall vertheilte Elektricität ſich gegen den Ort, wo der Funke entſteht, zurückzieht, oder ihn wohl ſelbſt hervorbringt."

Beſonders merkwürdig ſind aber diejenigen Verſuche, welche von den Engländern angeſtellt wurden, und die einer vorzüglichen Erwähnung verdienen. Die Hauptperſon dabey war D. Watſon. Er ordnete alle Operationen an, dirigirte ſie, und war bey jedem Verſuche allemal ſelbſt gegenwärtig. Seine vornehmſten Gehülfen waren: Martin Folkes, Carl Cavendiſh, D. Bevis, Graham, D. Birch, Peter Daval, Trembley, Ellicott, Robins und Short. Verſchiedene andere Perſonen leiſteten hiebey gelegentlich auch einige Dienſte.

Watſon, welcher die Geſchichte von ihrem Verfahren aufzeichnete, um ſie der königlichen Societät vorzulegen, bemerkt zuvörderſt, daß die elektriſche Kraft in dem Umkreiſe, den ſie bey dieſem Verſuche macht, nicht allemal im eigentlichen Verſtande den nächſten und kürzeſten Weg zwiſchen dem elektriſirten Metalle und der Waſſerflaſche nehme, wofern nicht die Körper, durch welche ſie geht, recht gleich leiten; ſondern, wenn ſie ungleich leiten, die elektriſche Kraft allemal durch die beſten Leiter hindurch, wenn ſie auch noch ſo lang ſind, einen Umkreis macht.

Der erſte Verſuch, welchen dieſe Herren machten, war, daß ſie den elektriſchen Schlag den Themſefluß quer über leiteten, indem ſie das Waſſer des Fluſſes zu dem einen Theile der Communicationskette

machten. Dieſes vollzogen ſie am 14. und 18. Jul. 1747, indem ſie einen Drath, der Länge der Weſtmünſterbrücke nach, in einer ziemlichen Höhe über dem Waſſer befeſtigten. Das eine Ende dieſes Drathes hatte mit dem Ueberzuge einer geladenen Phiole Communication; das andere ward von einem Beobachter gehalten, welcher in ſeiner andern Hand einen eiſernen Stab hielt, den er in den Fluß eintauchte. An der entgegengeſetzten Seite des Fluſſes ſtand eine Perſon, welche gleichfalls mit der einen Hand einen eiſernen Stab in den Fluß tauchte, und in der andern einen Drath hielt, mit deſſen Ende ſie den Drath der Phiole berühren konnte.

Bey Hervorlockung des Funkens ward der Schlag von den Beobachtern an beyden Seiten des Fluſſes empfunden; am ſtärkſten aber von denjenigen, welche auf derſelben Seite, wo die Maſchine ſtand, ſich befanden; indem ein Theil des elektriſchen Feuers von dem Drathe auf die naſſen Steinen der Brücke hernieder gefahren war, und deßwegen verſchiedene kürzere Wege nach der Phiole machte, aber doch noch durch diejenigen, welche mit der Maſchine auf einer Seite ſtanden, hindurch fuhr. Dieſes erhellte gewiſſer Maaßen an einigen Perſonen, welche einen empfindlichen Schlag in ihren Armen und Füßen fühlten, und zu der Zeit, da die eine Erregung des Funkens geſchah, bloß von ohngefähr den Drath berührten, als ſie auf naſſen Stufen, welche nach dem Fluſſe hinabführten, ſtanden. Bey der einen Erregung der Funken, welche bey dieſer Gelegenheit geſchah, wurde Spiritus durch das Feuer, welches durch den Fluß hindurch gefahren war, in Brand geſetzt.

Bey

Bey dieſer und den folgenden Gelegenheiten bedienten ſich die Herren anſtatt der Ketten lieber der Dräthe, und zwar unter andern Urſachen vornämlich deßwegen, weil die durch Ketten fortgeleitete Elektricität nicht ſo ſtark war, wie die durch Drath geleitete. Dieſes ward, wie ſie wohl bemerkten, durch die Aneinanderfügungen der Glieder, als welche nicht dicht genug an einander ſchloſſen, veranlaßt, wie aus dem Kniſtern und dem Feuerſtrahle bey jedem Gelenke, wo ſich die wenigſte Abſonderung befand, erhellte. Da dieſes kleinere Kniſtern durch die ganze Länge einer Kette ſehr zahlreich war, ſo mußte nothwendig die Hauptentladung an dem Flintenlaufe ſehr beträchtlich verringert und geſchwächt werden.

Der nächſtfolgende Verſuch hatte zur Abſicht, den elektriſchen Schlag zu zwingen, auf dem neuen Fluſſe bey Stoke Newington einen Umkreis von 2 Meilen zu machen. Dieſes vollzogen ſie am 24. Jul. 1747 an zwey Orten; der eine lag zu Lande 800, und zu Waſſer 2000, der andere zu Lande 2800, und zu Waſſer 8000 Fuß weit. Die Einrichtung des elektriſchen Geräths war derjenigen, der ſie ſich vorher auf der Weſtminſterbrücke bedient hatten, gleich, und der Erfolg ihren möglichſten Erwartungen gemäß. Als aber die Beobachter an beyden Enden der Kette, welche in das Waſſer hineingieng, den Schlag in beyden Fällen fühlten, ſowohl wenn ſie mit ihren in die Erde geſteckten eiſernen Stäben 20 Fuß weit von dem Waſſer ſtanden, als auch, wenn ſie dieſelben in den Fluß eintauchten; ſo veranlaßte dieß einen Zweifel, ob der elektriſche Umkreis durch die Krümmungen des Fluſſes gienge, oder aber den kürzern Weg über das Erdreich der Wieſe nähme; denn wie

der Verſuch klar zeigte, ſo ward die Elektricität durch den Boden der Wieſe und das darauf ſtehende Gras ſehr gut abgeleitet.

Durch die folgenden Verſuche wurden ſie völlig überzeugt, daß die Elektricität in dieſem Falle nicht durch das Waſſer des Fluſſes, welcher 2 Meilen lang war, ſondern zu Lande, woſelbſt die Diſtanz nur eine Meile betrug, ihren Weg genommen hatte, auf welchem Wege jedoch die elektriſche Materie zweymal über den Fluß und durch verſchiedene Sandgruben und ein anſehnliches Stoppelfeld hatte gehen müſſen.

Am 28. Jul. ſtellten ſie den Verſuch abermals an demſelben Orte, jedoch mit folgender Veränderung der Umſtände an. Der eiſerne Drath ruhete ſeiner ganzen Länge nach auf trockenen Stäben, und die Beobachter ſtanden auf Körpern, welche von Natur elektriſch waren. Der Erfolg davon war, daß ſie den Schlag weit ſtärker empfanden, als wenn der ableitende Drath auf dem Erdreiche gelegen, und die Beobachter ebenfalls auf der bloßen Erde geſtanden hätten, wie bey dem vorhergegangenen Verſuche.

Nachher entſchloſſen ſich die Beobachter, ohne daß weiter die geringſte Veränderung bey dem Verſuche vorgenommen ward, anſtatt ihre eiſernen Stangen in das Waſſer zu tauchen, ſie in das Erdreich, jeder 150 Fuß von dem Waſſer entfernt, zu ſtecken. Sie bekamen beyde einen ſehr heftigen erſchütternden Stoß, ungeachtet ſie ohngefähr 500 Schuh von einander entfernt ſtanden.

Dieſelben Herren unternahmen noch einen andern Verſuch, in der Abſicht, zu beſtimmen, ob ſich

ſich die elektriſche Kraft durch trockenes Erdreich hin=durch leiten ließe, und dieſelbe zugleich durch Waſ=ſer hindurch noch weiter, als vorher geſchehen war, zu führen. Zu dieſer Abſicht wählten ſie den Flecken Highbury, jenſeit Islington, woſelbſt ſie am 5. Aug. 1747 den Verſuch vollzogen. Sie ſuchten eine Stelle für ihre Maſchine aus, welche von zwey andern Stellen für Beobachter an dem neuen Fluſſe beinahe gleich weit entfernt war, die etwas über eine Mei=le zu Lande, und zwey Meilen zu Waſſer von ein=ander waren. Sie fanden, daß die Straßen zu Lon=don, wenn ſie trocken waren, ſehr ſtark, ungefähr auf 40 Yards, und die trockene Landſtraße zu Newington ungefähr eben ſo weit leiteten. Der Erfolg dieſes Verſuchs ſtimmte mit ihren Erwartungen überein. Das elektriſche Feuer nahm den Umkreis um das Waſſer herum, wenn die Dräthe ſowohl als auch die Beobachter auf Körpern, welche von Natur elek=triſch waren, ruheten, und die eiſernen Stangen in den Fluß eingetaucht wurden. Auch fühlten beyde den Schlag, wenn der eine Beobachter in einer trockenen Sandgrube, der Maſchine ungefähr 300 Yards nä=her als bey der vorigen Station, und 100 Ruthen von dem Fluſſe entfernt ſtand; wodurch die Herren überzeugt wurden, daß der trockene ſandige Boden eben ſo ſtark wie Waſſer die Elektricität abgelei=tet hatte.

Durch die erſchütternden Schläge, welche die Beobachter an ihrem Körper bekamen, wenn die elek=triſche Kraft auf trockenen hölzernen Stäben fortge=leitet ward, wurden ſie auf die Meynung gebracht, daß nach der Verſchiedenheit der Entfernung, an und für ſich betrachtet, die Stärke des Schlages, ſo

viel als ſie noch durch die Erfahrung gefunden hatten, ſehr wenig oder gar nicht vermindert worden wäre. Wenn die Beobachter auf elektriſchen Körpern ſtanden, und das Waſſer oder das Erdreich mit den eiſernen Stäben berührten, ſo fühlten ſie den Schlag allemal in ihren Armen oder Handgelenken; ſtanden ſie mit ihren eiſernen Stäben auf dem Erdreiche, ſo empfanden ſie die Erſchütterung in ihren Ellenbogen, Gelenken an der Hand, und Knöcheln am Fuße; und ſtanden ſie auf dem Erdreiche ohne Stäbe, ſo fühlten ſie beſtändig den Schlag in dem Ellenbogen und den Gelenken an derjenigen Hand, worin ſie den ableitenden Drath hielten, und in beyden Knöcheln am Fuße.

Der letzte Verſuch dieſer Art, welchen ſie anſtellten, ſollte zur Unterſuchung dienen, ob der elektriſche Schlag in einer zweymal größern Entfernung, als derſelbe vorher geleitet worden war, auf einem völlig trockenen Boden zu empfinden ſey; und ob es möglich ſey, den Unterſchied zwiſchen den Geſchwindigkeiten der Elektricität und des Schalles ausfindig zu machen. Der Drath, welcher mit der eiſernen Stange verbunden war, war 6732 Fuß lang, und ruhete auf hölzernen Stäben, welche im Ofen gedörrt waren; eben ſo wie der Drath, welcher mit dem Ueberzuge der Phiole in Verbindung ſtand, und 3868 Fuß lang war. Die Beobachter waren 2 Meilen von einander entfernt. Der Erfolg des Schlages zeigte, daß die elektriſche Materie einen Umkreis von 4 Meilen gemacht hatte, nämlich 2 Meilen Drath, und 2 Meilen trockenen Boden, als den Raum zwiſchen den äußerſten Enden der Dräthe. In demſelben Augenblicke, da die Erregung des Funkens geſchah, ward

zugleich

zugleich eine Flinte loß geſchoſſen, und die Beobachter hatten Taſchenuhren in ihre Hände genommen, um den Zeitpunkt, in welchem ſie den Schlag bemerkten, zu beſtimmen; ſo viel ſie aber unterſcheiden konnten, hatte die Elektricität dieſen großen Umkreis in einem einzigen Augenblicke zurückgelegt.

Bey allen Erregungen des Funkens, wo der Umkreis von beträchtlicher Länge war, bemerkte man, daß, ungeachtet die Phiole ſehr gut geladen war, doch das durch die Erregung des Funkens verurſachte Schnappen an dem Flintenlaufe bey weitem nicht ſo laut war, als wenn der Umkreis in einem Zimmer geſchah.

Uebrigens wünſchten ſie noch, in Anſehung der eigentlichen Geſchwindigkeit der Elektricität in einer gewiſſen Entfernung etwas Zuverläſſiges beſtimmen zu können, indem ſie gern wiſſen mochten, ob die Zeit hiezu auszumeſſen ſey. In dieſer Abſicht hatte Watſon folgende Methode erſonnen: Es wurde ein elektriſcher Umkreis von 2 Meilen vermittelſt verſchiedener Wendungen des Draths auf demſelben Felde veranſtaltet. Die Mitte dieſes Umkreiſes brachte man auf denſelben Platz, wo die Maſchine ſtand, woſelbſt ein Beobachter in jede Hand ein Ende der Dräthe nahm, deren jeder 1 Meile lang war. Bey dieſer Einrichtung des Geräths, wobey die zwiſchen der Erregung des Funkens und dem Schlage verfließende Zeit aufs genaueſte beobachtet werden konnte, ward der Funken zu verſchiedenen malen aus der Phiole hervorgelockt; der Beobachter ſelbſt aber empfand allemal in ein und demſelben Augenblicke, da er den Funken erregte, auch den erſchütternden Stoß. Hierdurch wurden ſie völlig überzeugt, daß durch die ganze Län-

ge dieſes Draths hindurch, welcher doch 12276 Fuß lang war, die Geſchwindigkeit der elektriſchen Materie augenblicklich war.

Watſon [i]) entdeckte, daß die gläſernen Röhren und Kugeln die elektriſche Kraft nicht in ſich ſelbſt enthalten, ſondern bloß, wie er ſich ausdruckt, zu den erſten bewegenden und beſtimmenden Urſachen dieſer Kraft dienen. Auf dieſe Entdeckung ward er zuerſt durch die Bemerkung gebracht, daß beym Reiben der Glasröhre, da er unterdeſſen auf einem aus Wachs zubereiteten Kuchen ſtand, die Kraft ganz ſeiner Erwartung entgegen dermaßen geſchwächt ward, daß, wenn ein Anderer irgend einen Theil ſeines Leibes berührte, kein Schnappen zu bemerken war; daß hingegen alsdann, wenn eine unelektriſirte Perſon ihre Hand nahe an die Röhre hielt, nachdem dieſelbe vorher gerieben worden, das Schnappen ſehr deutlich zu vernehmen war.

Derſelbe Erfolg zeigte ſich, wenn die Kugel unter eben dergleichen Umſtänden herum gedreht ward. Denn wenn derjenige, welcher das Rad in Bewegung ſetzte, ſammt der Maſchine in Seide aufgehängt war, und den Fußboden mit dem einen Beine berührte, ſo fuhr das elektriſche Feuer aus dem Leiter heraus; verhütete derſelbe hingegen alle Verbindung mit dem Fußboden, ſo kam kein Feuer zum Vorſchein.

Durch dieſe und die folgenden Verſuche entdeckte Watſon den von ihm alſo genannten Kreislauf der elektriſchen Materie. Er fand, daß bloß ein oder zwey Funken aus ſeiner Hand nach der iſolirten Maſchine fuhren, außer wenn er zugleich eine Ver-

i) Philoſ. Tranſ. abrig. Vol. X. p. 303.

Verbindung zwiſchen dem Leiter und dem Fußboden veranſtaltete, in welchem Falle ein beſtändiger und häufiger Abfluß der elektriſchen Materie nach der Maſchine zu ſtatt fand.

Als ſeine Hand den Leiter berührte, nahm er wahr, daß derjenige, welcher die iſolirte Maſchine umdrehete, Funken von ſich gab, welche leicht feuerfangende Materien entzündeten, und andere elektriſche Erſcheinungen, welche gemeiniglich mit dem Leiter vorgenommen werden, hervorbrachten. Er machte ſich alſo die Vorſtellung, daß das Feuer aus der Perſon käme, aus demſelben Grunde, warum alle Elektriſirer vorher geglaubt hatten, daß daſſelbe aus dem Leiter käme. Und als er ſah, daß die Perſon kein Feuer von ſich gab, außer wenn eine Verbindung zwiſchen dem Fußboden und dem Leiter ſtatt fand, ſo ſchloß er, daß das Feuer durch die Verbindung wieder erſetzt würde, und daß der Lauf der Elektricität, wie er ſich ausdrückt, umgekehrt war.

Damals vermuthete man nicht, daß das Auge unterſcheiden könnte, was für eine Richtung der elektriſche Funke nähme. Die Elektriſirer waren der Meynung, daß alle elektriſche Kräfte, und folglich auch die elektriſche Flüſſigkeit, in dem durch Reiben elektriſch gemachten Körper vorhanden wären, und daß, was für Kräfte auch durch elektriſirte Körper hervorgebracht würden, ſolche von einer wirklichen Mittheilung der elektriſchen Materie an dieſelben herrührten. Da aber Watſon fand, daß bey aufgehobener Verbindung des elektriſchen Körpers mit dem Fußboden alle elektriſche Operationen unterbrochen wurden, ſo ſchloß er daraus, daß die elektriſche Flüſſigkeit ſich aus dem Fußboden in die Perſon, welche

das

das Reiben verrichtet, hineinzöge, und von da nach der Kugel gebracht würde. Aus demſelben Grunde, als er ſah, daß die Perſon, welche das Reiben verrichtete, oder diejenige, welche mit ihr Verbindung hatte, keine Funken von ſich gab, außer wenn der Leiter mit dem Fußboden in Verbindung ſtand, zog er daraus die Folge, daß die Kugel aus dem Leiter einen neuen Vorrath in ſich zöge.

Als Watſon dieſe Verſuche mit einander verglich, ward er dadurch auf die Folge geleitet, daß bey allen elektriſchen Operationen ſowohl ein Zufluß der elektriſchen Materie nach der Kugel und dem Leiter, als auch ein Abfluß derſelben elektriſchen Materie von ihnen ſtatt fände.

Als er wahrnahm, daß ein Stück Silberblättchen, zwiſchen einer durch den Leiter elektriſch gemachten Platte und einer andern mit dem Fußboden in Verbindung ſtehenden, ſchwebend blieb, ſo machte er daraus folgenden Schluß: Kein Körper kann anders im Gleichgewicht erhalten werden, als vermittelſt der vereinigten Wirkung zweyer einander entgegengeſetzten Richtungen von Kraft. Hier treibt alſo das Blaſen des elektriſchen Aethers aus der elektriſch gemachten Platte das Silber nach der unelektriſchen Platte; und dieſe hinwiederum treibt, vermöge des Blaſens des aus dem Fußboden hindurch ſtreichenden elektriſchen Aethers, das Silber nach der elektriſirten Platte. Man findet daher auch, daß der Zug des elektriſchen Aethers aus dem Fußboden mit der durch die Kugel über Flintenlauf hinweg geſtoßenen allemal in einem genauen Verhältniſſe ſteht, oder aber es kann das Gleichgewicht, wodurch das Silber frey ſchwebend erhalten wird, gar nicht ſtatt finden.

Wat-

Watſon bemerkt, daß der Abt Nollet zwey Jahre vorher, ehe er dieß bekannt machte, es als ſeine Meynung geäußert habe, daß die elektriſche Materie nicht nur von den elektriſirten Körpern, ſondern auch von allen übrigen in einer gewiſſen Entfernung um dieſelben herum befindlichen herkäme.

Einige Zeit nachher bemerkt Watſon in einem der königlichen Societät am 21. Jan. 1748 vorgeleſenen Aufſatze, daß D. Bevis ſeinen Verſuch, daß das Reiben der gläſernen Röhre oder Kugel die elektriſche Materie nicht hervorbringe, ſondern bloß zuführe, zu beweiſen weiter als er gebracht habe. Denn er hatte über ein Jahr vorher beobachtet, daß, wenn man ſowohl eine Perſon zum Reiben der Röhre oder Kugel, als auch eine andere zum Berühren derſelben, und den Leiter auf elektriſche Körper ſtellt, ſie beyderſeits, die reibende ſowohl als die das elektriſch gemachte Glas anrührende Perſon einen Funken von ſich geben; imgleichen, daß wenn beyde einander berühren, das Schnappen ſtärker iſt, als wenn eine von ihnen eine auf dem Fußboden ſtehende Perſon anrührt. Dieſes ſcheint Hrn. Watſon veranlaßt zu haben, ſeine vorige Meynung, in Anſehung des Zu- und Abfluſſes der elektriſchen Materie, zu berichtigen; denn er erklärt dieſen Umſtand dadurch, daß er annimmt, es werde derjenigen Perſon, welche den Leiter berührt, eben ſo viel Elektricität gegeben, als von der reibenden Perſon genommen werde. Auf ſolche Weiſe, ſagt er, war die Elektricität der einen Perſon dünner als im natürlichen Zuſtande, die Elektricität der andern hingegen dichter; ſo daß die Dichtigkeit der Elektricität zwiſchen den beyden Perſonen weit mehr verſchieden iſt, als

die

die zwiſchen einer von ihnen und einer andern auf dem Fußboden ſtehenden Perſon. Auf dieſe Art entdeckte Watſon, was Franklin um dieſelbe Zeit in Amerika beobachtete und das plus und minus in der Elektricität nannte.

Watſon bemerkte, daß die Flamme an dem Ende eines elektriſirten Draths der Hand ſo empfindlich war, wie ein kühles Blaſen des Windes, und daß, wenn leichte Subſtanzen zwiſchen einer elektriſirten und einer mit dem Fußboden verbundenen Platte angezogen und wieder zurückgeſtoßen wurden, dieſes abwechſelnde Anziehen und Zurückſtoßen überaus geſchwind auf einander erfolgte, ſo daß man mit dem Auge kaum nachfolgen konnte; und daß, wenn eine ſehr leichte und fein geblaſene gläſerne Kugel, von ohngefähr 1 Zoll im Durchmeſſer, auf eine metallene Platte gelegt und eine andere Platte an den Leiter darüber gehängt ward, die Schläge von dem abwechſelnden Anziehen und Zurückſtoßen faſt zu geſchwind für das Ohr waren. Aus dieſem letztern Verſuche nahm er zugleich auch einen Beweisgrund für die ungemeine Geſchwindigkeit her, mit welcher ſie angezogen und zurückgeſtoßen wurden. Er verſichert, daß, wenn man die Kugeln von einer Höhe von 6 Fuß und darüber, auf einen hölzernen Fußboden oder gar auf eine metallene Platte fallen ließ, ſie ſehr ſelten zerbrachen; daß ſie hingegen von dem Anziehen und Zurückſtoßen zwiſchen dieſen Platten, obgleich die Diſtanz nicht mehr als $\frac{1}{6}$ eines Zolls betrug, zerbrochen wurden.

Auch bewieß Watſon, daß die elektriſche Materie durch die Subſtanz des Verbindungsmetalles hindurch, und nicht über die Oberfläche deſſelben hinweg

weg gienge; denn als er einen Drath mit einem Gemenge von Wachs und Harz überzog, ſo wurde der aus einer Phiole erregte elektriſche Funken mitten durch denſelben hindurch geführt.

Monnier der jüngere entdeckte, daß die Elektricität den Körpern von einerley Art nicht im Verhältniſſe ihrer Maſſen, ſondern vielmehr im Verhältniſſe ihrer Oberflächen mitgetheilt wurde, jedoch ſo, daß alle gleiche Oberflächen nicht gleiche Quantitäten von Elektricität bekommen, ſondern daß diejenigen am meiſten erhalten, welche ſich mehr in die Länge erſtrecken; daß z. B. eine viereckte Bleyplatte weit weniger Elektricität bekam, als ein ſchmaler Streif von demſelben Metalle, welcher eben ſo viel Oberfläche hatte, als die viereckte Platte.

Wilſon machte zu Ende des Jahrs 1746 dieſelbe Entdeckung, welche Watſon gemacht hatte, daß nämlich die elektriſche Flüſſigkeit nicht aus der Kugel, ſondern aus der Erde ſelbſt und allen andern um das Geräthe herum befindlichen unelektriſchen Körpern käme. Er gab eine Methode, dieſes zu beweiſen, in einem an Ellicott aus Cheſter ergangenen Sendſchreiben an, und erwähnt in einem Briefe, aus Dublin, an Smeaton, daß er den Verſuch ſelbſt bald nachher wirklich zu Stande gebracht habe.

Da er der Meynung war, daß der Unterſchied zwiſchen elektriſchen und unelektriſchen Körpern von dem verſchiedenen Widerſtande herrühre, welchen ein feiner Mittelkörper, wie er ihn nennt, auf den Oberflächen aller Körper dem Durchgange der elektriſchen Flüſſigkeit leiſte; und da er glaubte, daß die Hitze dieſes Mittel verdünnen und dadurch elektriſche Körper in unelek-

unelektriſche verwandeln würde; ſo ſtellte er einige Verſuche an, welche ihn in dieſer angenommenen Meynung beſtärkten. Er fand, daß eine Perſon einer andern, der Dazwiſchenkunſt einer beträchtlichen Quantität glühend-heißen Glaſes ungeachtet, die Elektricität mitzutheilen vermögend war. Er ſtellte auch andere Verſuche von gleicher Art an, indem er z. B. vermittelſt heißen Glaſes, heißen Beruſteins, und verſchiedener anderer heiß gemachter elektriſcher Körper, den Funken aus Waſſerphiolen erregte. Indeſſen iſt dieſes, wie Canton nachher beobachtete, der heißen Luft auf den Oberflächen dieſer Körper zuzuſchreiben, als welche, wie er fand, die Elektricität ganz ungehindert hindurch ließen. Bey einem gewiſſen andern Verſuche aber, welchen Wilſon mit geſchmolzenem Harze anſtellte, ſcheint dieſer Einwurf nicht ſtatt zu haben. Er goß nämlich das geſchmolzene Harz in eine Phiole, und fand, daß er damit Erſchütterungen zuwege bringen konnte; jedoch bemerkte er, daß, als das Harz kalt zu werden anfieng, dieſe Erſchütterungen ſchwächer waren, und, als es völlig kalt war, ganz und gar aufhörten [k]).

Wilſon führt einen Verſuch an, welchen er aber nicht für ſeine eigene Erfindung ausgiebt, wo er nämlich papierne Fähnchen in einen Kork ſteckte, und vermittelſt eines Magnets ſchwebend erhielt. Wenn dieſe nahe an die Spitze eines von dem erſten Leiter herkommenden Körpers gebracht wurden, drehten ſich dieſelben ſehr ſchnell herum, in einem luftleeren Raume hingegen ganz und gar nicht. Dieſes Blaſen ward, ſeiner Meynung nach, durch das Herausfahren der elektriſchen Materie aus der Spitze veranlaßt,

k) *Wilſon's* eſſay. p. 143.

anlaßt, welches eine Zugluft verurſacht; er verſuchte aber, was alsdann erfolgt ſeyn würde, wenn er die Fähnchen nahe an eine Spitze, welche die elektriſche Flüſſigkeit annahm, gebracht hätte.

Endlich beobachtete Wilſon, daß, wenn eine Nadel nahe an ein Stück einer am Leiter hangenden Pflaumfeder gehalten ward, dieſelbe dicht daran hangen blieb; wenn er aber etwas ſtumpfes daran brachte, wieder zurückgeſtoßen ward; auch meldet er, daß Canton verſchiedene Verſuche von gleicher Art angeſtellt habe.

Um dieſe Zeit nahm Smeaton wahr, daß, wenn eine auf einem elektriſchen Körper geſtellte Perſon mit dem flachen Theile ihrer Hand gegen die Kugel drückte, und unterdeſſen eine andere auf dem Fußboden ſtehende Perſon ein gleiches that, um die Elektricität zu erregen, die auf dem elektriſchen Körper ſtehende Perſon ſchwerlich ganz und gar elektriſirt ward; wenn ſie hingegen bloß ihre Finger nur ein wenig an die Kugel hielt, ſehr ſtark elektriſirt ward. Eben derſelbe bemerkte auch, daß, wenn er die Mitte einer großen eiſernen Stange glühend heiß machte und ſie hernach elektriſirte, die elektriſche Kraft des heiß gemachten Theils eben ſo ſtark war, wie die der kalten Theile.

Auch D. Miles[l]) machte um eben dieſe Zeit einige artige Entdeckungen in der Elektricität. In einem der königlichen Societät am 25. Jan. 1746 vorgeleſenen Aufſatze meldet er, daß, als er eine Stange ſchwarzes Siegellack durch Reiben mit weißem oder brau-

l) *Wilſon's* eſſay. p. 317.

braunem Papiere, oder reinem trocknen Flanell, elektriſch gemacht habe, er gemeinen Lampenſpiritus damit zu entzünden vermögend geweſen ſey. Bey Vergleichung der Lackſtange mit der Glasröhre nahm er einen merklichen Unterſchied zwiſchen dem aus beyden zum Vorſchein gekommenen Feuer wahr, wiewohl er die Urſache davon nicht einſah. Er fand, daß die hellen Strahlen aus der Spitze ſeines Fingers nach der Lackſtange in weit größerer Menge, als nach dem Glaſe, fuhren. Er beobachtete verſchiedenemal einen kleinen runden Flecken Feuer, welcher ſich zuerſt an ſeinem Finger zeigte, aus welchem ordentliche Feuerſtrahlen, in Form eines Cometenſchweifes, nach dem Siegellacke fuhren.

Miles fand, daß dieſes mit einer Stange Schwefel ebenfalls ſehr gut angieng; alsdann aber nicht vollkommen, wenn er, um die Wirkung zu verſtärken, einen eiſernen Stecken in die Mitte derſelben hineingeſteckt hatte. Als er dieſe Stange aufrecht in einen Geſchirrſchrank geſtellt hatte, ſo bemerkte er, daß dieſelbe alle ihre elektriſche Kraft verlor, und ſich nachher im geringſten nicht mehr durch Reiben elektriſch machen ließ. Wilſon ſchreibt dieſe Wirkung keiner andern Urſache zu, als weil dieſelbe unbedeckt hingeſtellt worden war.

Auch führt Miles an, daß er einsmals eine Röhre von grünem Glaſe erhalten, welche er nie anders, als mit der größten Schwierigkeit, und alsdann doch nur in einem geringen Grade, durch Reiben elektriſch machen konnte.

Einige Zeit hierauf machte Wilſon einen Verſuch mit Metallblättern in einer hermetiſch verſiegelten

ten Bouteille. Er fand, daß er dieſe durch Annäherung der elektriſchen Röhre in Bewegung bringen konnte, eben ſo gut, als wenn ſich dieſelben in der freyen Luft befunden hätten; allein eine gewiſſe Erſcheinung, wovon er aber keine hinlängliche Nachricht ertheilt, ſetzte ihn in Verwunderung. Er bemerkte nämlich, daß, wenn er die Röhre von dem luftleeren Glaſe hinwegzog, gar keine Bewegung an den Metallblättern zu ſpüren war; wenn er ſie hingegen ſchnell hinwegzog, dieſe in eine ſehr heftige Bewegung kamen.

Nächſt den Engländern hat man auch den Franzoſen verſchiedene wichtige Entdeckungen in der Elektricitätslehre zu verdanken. Außer du Fay hat ſich unter andern vorzüglich der Abt Nollet berühmt gemacht. Er nahm wahr, daß Körper, welche nicht iſolirt waren, wenn ſie in elektriſche Atmoſphären verſetzt wurden, Zeichen der Elektricität äußerten. Er beobachtete ein merkliches Sauſen, wie einen ſanften Wind, das unter vorerwähnten Umſtänden aus der Hand einer nicht elektriſirten Perſon fuhr; imgleichen das Anziehen und Abſtoßen leichter Körper durch dieſelben; die Erſcheinung einer Flamme; die Verminderung ihrer Schwere bey zunehmender Abdampfung und Ausdünſtung, und faſt jede andere Erſcheinung und Wirkung der Elektricität. Als er ferner bemerkt hatte, daß, wenn die Kugel gedreht, und auch ſogar alsdann, wenn ſie mit einer reinen Hand gerieben ward, ſich auf der Oberfläche derſelben verſchiedene Unreinigkeiten oder Flecke von einer braunen Materie geſammelt hatten, welche aus einer dem weichen Wachſe ähnlichen Materie beſtanden; ſo war er neugierig, eine Menge dieſer Unreinigkeiten zu ſamm-

len. Er fand, daß ſie wie verbrannte Haare rochen, wenn ſie verbrannt wurden; woraus er ſchloß, daß es eine thieriſche Subſtanz, und durch die zufließende Materie aus ſeinem eigenen Körper in die Kugel hineingebracht ſey. Er glaubte, daß die Elektricität desjenigen Körpers, welcher in die Atmoſphäre eines elektriſchen Körpers hineingebracht worden, von gleicher Art mit der Elektricität des elektriſirten Körpers ſey.

Ferner ſtellte der Abt Nollet verſchiedene Verſuche mit ſpitzigen Körpern an, und bemerkte, daß an denjenigen, welche die feinſten Spitzen hatten, der elektriſche Feuerbüſchel am ſchnellſten ausfloß, daß ſie hingegen die andern Zeichen der Elektricität nicht ſo ſtark, als Körper, welche nicht zugeſpitzt waren, äußerten.

Insbeſondere bemühte ſich Nollet, durch Verſuche den eigentlichen Grad zu beſtimmen, in welchem verſchiedene Subſtanzen die elektriſche Flüſſigkeit ableiteten, und fand, daß der Rauch vom Gummilak, Terpentin, Bernſtein und Schwefel die Elektricität einer durchs Reiben elektriſch gemachten Röhre nicht ſobald hinweg führte, wie der Rauch von linnen Zeug, Holz, und ſonderlich der Waſſerdampf und die Ausdampfungen von brennendem Talge und andern fetten Subſtanzen. Mit einem Worte, er fand, daß Dünſte, welche nicht wäſſerigt waren, bey elektriſchen Verſuchen wenig oder gar nicht ſchadeten, wofern nur die Röhre dem Feuer, welches dieſelben verurſachte, nicht ausgeſetzt war. Ein räucheriges Zimmer verhinderte ihn an Vollziehung ſeiner Verſuche gar nicht, wenigſtens in keinem hohen Grade;

und eben ſo wenig waren wohlriechende Ausdünſtungen denſelben im geringſten nachtheilig.

Ferner fand er, daß ein Stück Eiſen, welches ſo glühend heiß gemacht war, daß feurige Theilchen davon abſprangen, nicht die geringſte Spur von Elektricität an einer durchs Reiben elektriſch gemachten Röhre zurück ließ, woran es 5 bis 6 Zoll nahe, und zwar 2 bis 3 Stunden lang gehalten ward; daß es hingegen in gleicher Entfernung auf die Röhre zu wirken aufhörte, noch ehe es rothglühend zu ſeyn nachließ, und ganz und gar keinen Einfluß mehr hatte, noch ehe es kalt ward. Ferner fand er, daß die elektriſche Röhre in dem Brennpunkte eines Brennſpiegels nicht das geringſte von ihrer Elektricität verlor. Daß die Flamme eines Lichts, oder das Nahebringen derſelben, die Elektricität aufhebe, war bereits vorher bekannt geweſen. Er bemerkte, daß die Flamme durch das Annähern der elektriſchen Röhre merklich geſtört ward; und gedenkt der Beobachtungen des du Tour und Needham, nach welchen das zwiſchen dem Licht und der Röhre gebrachte dünnſte Stück Glas, oder irgend eine andern Subſtanz, die Zerſtreuung der Elektricität verhinderte. Aus dieſem Ereigniſſe ward gefolgert, daß die Zerſtreuung von einigen aus dem Lichte kommenden Ausflüſſen herrühre.

Weiter beobachtete Nollet, daß ein auf einen unelektriſchen Ständer geſtellter leichter Körper ſich weit hurtiger bewegte, als wenn derſelbe auf einem elektriſchen Geſtelle ſtand. Verſchiedene elektriſche Verſuche gelangen ihm am beſten in Gegenwart einer Menge Zuſchauer, und wenn dieſe, um ſeine Verſuche mit anzuſehen, nahe herbey traten und dicht

 an

an einander ſtanden, ſo beſchlugen ſeine Gläſer. Die Urſache hievon hat nachher Wilke angegeben.

Nollet befeuchtete eine ſchwanke und ſpitzige eiſerne Stange mit Waſſer oder Weingeiſt, und es ſchien ihm, als ob der aus der Spitze ausfahrende Wind merklicher geweſen wäre, als wenn die Stange nicht befeuchtet war. Er ſchrieb dieß der elektriſchen Materie zu, welche einige von den Waſſer- und Weingeiſttheilchen mit ſich hinweg führte.

Nollet ſtellte auch einige Beobachtungen über den Unterſchied zwiſchen erregter und mitgetheilter Elektricität, imgleichen zwiſchen der Elektricität des Glaſes und des Schwefels an. Er bemerkte, daß die Elektricität einer durch Reiben elektriſch gemachten Kugel oder Röhre eine ſonderbare Empfindung auf dem Geſichte verurſachte, als wenn ein Spinngewebe darüber hinweg gezogen würde; durch mitgetheilte Elektricität hingegen ward dergleichen Wirkung ſelten hervorgebracht. Erregte Elektricität, verſichert er auch, läßt ſich über 1 Fuß weit durch den Geruch verſpüren; mitgetheilte Elektricität hingegen nicht.

Er ließ Schwefel in einer gläſernen Kugel ſchmelzen, indem er dieſelbe über einer Kohlpfanne mit glühenden Kohlen herum drehete; und ward gewahr, daß kleine Stückchen Schwefel, ehe ſie ſchmolzen, inwendig von dem Glaſe angezogen und wieder abgeſtoßen wurden, zu gleicher Zeit, da die Aſche der Kohlen auswendig angezogen ward. Als er ein Stück elektriſch gemachten Schwefel mit einem hinein geſteckten Stücke einer Pflaumfeder, welches hinweg zu fliegen in Bereitſchaft ſtand, in der einen Hand hielt,

häng-

hängte ſich die Pflaumfeder feſt an den Schwefel an, als er eine elektriſche Glasröhre, welche er in der andern Hand hielt, nahe daran brachte.

Auch im luftleeren Raume ſtellte er einige elektriſche Verſuche an. Er fand, daß Glas und andere elektriſche Körper ſich in dieſem Raume allerdings, wiewohl nicht ſo ſtark als in freyer Luft, elektriſch machen ließen. Er beobachtete, daß ein merklicher Unterſchied zwiſchen der Erſcheinung des elektriſchen Lichts im luftleeren Raume und in freyer Luft ſtatt fand, indem daſſelbe in jenem Falle ausgebreiteter und ungebrochen war. Als er das Ende ſeines Leiters in ein gläſernes Gefäß, aus welchem die Luft herausgezogen war, ſteckte, bemerkte er, daß das Gefäß voll Licht war, ſo oft er ſeine Hand daran brachte; daß das Licht beträchtlich verſtärkt ward, wenn er ſeine Hand darüber ſtreckte, und daß, wenn ein Funken aus dem Leiter erregt ward, das ganze Gefäß voll Luſt zu ſeyn ſchien. Er nahm auch wahr, daß kleine Stückchen Metall, welche in das Gefäß verſchloſſen worden waren, ſich feſt an das Glas anhängten; bey Annäherung des Fingers oder irgend eines Leiters von auswendig aber, ſich von ſelbſt wieder loß machten.

Ein anderer franzöſiſcher Gelehrter, Boulanger, gab ſich viel Mühe, den Grad, in welchem verſchiedene Subſtanzen ſich durch Reiben elektriſch machen laſſen, zu beſtimmen. Die Verſuche wurden ſeiner Verſicherung nach mit der größten Sorgfalt angeſtellt. Die Reſultate, welche er fand, brachte er in nachfolgende Tabelle, wo in jeder Columne allemal diejenigen, welche ſich am wenigſten elektriſch machen laſſen, zuerſt ſtehen:

Erſte Columne.

Ebenholz
Franzoſenholz
Buchsbaumholz
Sandelholz
Eiche
Ulmenbaum
Aeſchenbaum
Lindenbaum
Roſenſtrauch
Weidenbuſch
Weißer Weidenbaum
Pantoffelholz
Allerhand trockenes Holz
Alle trockene Pflanzen

Zweyte Columne.

Allerhand Muſcheln
Fiſchbein
Knochen
Elſenbein
Horn
Schuppen
Pergament
Haar
Wolle
Federn
Baumwolle
Seide

Dritte Columne.

Alaun
Zuckerkand
Berner Phosphor
Gelbes und weißes Wachs
Japaniſcher Firniß
Wachholderharz
Maſtix
Bernſtein
Gagat
Pech
Copalharz
Gummilack
Geigenharz
Schwefel
Siegellack
Alle Salze von hinlänglicher Conſiſtenz
Alle Harze

Vierte Columne.

Magnetſtein
Marmor von allen Farben
Schieferſtein
Quaderſtein
Granit
Porphyr
Jaspis
Glaſur
Achat
Alle undurchſichtige Edelgeſteine
Porzellan

Fünfte Columne.

Hyacinthſtein
Opal
Smaragd
Amethyſt
Topas

Rubin	Gefärbte, vornämlich gel⸗
Sapphir	be, Demanten
Katzenauge	Weiße, abſonderlich rau⸗
Peridot	tenförmig geſchnittene,
Granit	Demanten
Bergkryſtall	Alle durchſichtige Edelſteine
Venetianiſcher und Mos⸗	Glas, und alle Glasflüſſe,
covitiſcher Talkſtein	die metalliſchen Gläſer
	nicht ausgenommen.

Die Folge, welche Boulanger aus dieſem Verzeichniſſe zieht, iſt, daß die zerbrechlichſten und durchſichtigſten Subſtanzen allemal die am meiſten elektriſchen ſind. Um zu erklären, warum die Marcaſiten ſich durchaus nicht elektriſch machen laſſen, da ſie doch ſo leicht zerbrechlich und durchſichtig ſind, nimmt er eine ſonderbare Lehrmeynung an. Er leitet dieß nämlich von der in dieſen Subſtanzen enthaltenen verdichteten Luft ab, welche bekannter Maaßen die Elektricität hindert.

Noch bemerkt Boulanger, daß mineraliſche Waſſer von der Elektricität weit merklicher verändert werden, als gemeines Waſſer; daß ſchwarze Bänder weit geſchwinder angezogen werden, als die von andern Farben, und nächſt jenen die braunen und hochrothen.

Le Cat [m]) ließ verſchiedene Stückchen Goldblättchen an ſeinem Leiter frey ſchweben, und bemerkte, daß ſie in verſchiedenen Entfernungen, nach ihren Größen, ſchwebten, ſo daß die kleinern Stücke näher an

m) Hiſtoire gener. et part. de l'électricité. à Paris 1752. 8. p. 84.

an dem Leiter ihren Platz nahmen, und die größern ſich mehr von demſelben entfernten. Dieſes vergleicht er mit den Entfernungen, in welchen die Planeten um die Sonne herum laufen, und nimmt von beyden einerley Urſache an. Auch verglich er ſehr umſtändlich den eben damals entdeckten elektriſchen Schlag mit dem Donner.

Von dem P. Gordon zu Erfurt wurde in einer Katze die Elektricität dermaßen ſtark erregt, daß ſie, wenn ſie durch eiſerne Ketten fortgepflanzt ward, Weingeiſt entzündete.

Die beyden Herren Klingenſtierna und Strömer [n]) waren die erſten, welche mit derjenigen Perſon, welche das Reiben verrichtete und auf einem Pechkaſten ſtand, elektriſche Verſuche anſtellten, welche man in den Abhandlungen der königl. Schwed. Akademie der Wiſſenſchaften auf das Jahr 1747 abgedruckt findet.

Jallabert fand, daß, wenn man den Leiter mit Pech überzog, ſich derſelbe demungeachtet elektriſch machen ließ, zum Beweiß, daß die elektriſche Flüſſigkeit in die Subſtanz der Metalle hineindringe. Auch zeigte er, daß Eis einen Leiter der Elektricität abgäbe, indem er den Leydenſchen Verſuch mit einer Bouteille, worin Waſſer gefroren war, anſtellte.

Durch dieſe großen und ſich ſo weit erſtreckenden Wirkungen der Elektricität wurden nunmehr die Naturforſcher aufmerkſam gemacht, die Elektricität da zu ſuchen, wo man ſie bisher gar nicht vermu- thet

n) Abhandl. der ſchwed. Akad. der Wiſſenſch. B. IX. der Ueberſ.

thet hatte. Die erſte Nachricht von wollenen Kleidern, an welchen Zeichen der Elektricität bemerkt wurden, wenn man ſie ausgezogen hatte, ward an die königl. Geſellſchaft von Herrn Cooke o) von der Inſel Wight eingeſandt. Dieſer meldet, daß er ein Frauenzimmer gekannt habe, an welchem dieſes wahrgenommen worden, und daß man zuletzt auch gefunden habe, daß dieſe Erſcheinung bloß an neuem Flanelle, welcher einige Zeit lang getragen worden, zu verſpühren geweſen ſey, und daß dieſe Eigenſchaft alsdann, wenn ſelbiger gewaſchen worden, ſich verloren habe. Dieſe Erſcheinung war, wie er bey andern Gelegenheit bemerkt, bey kaltem Wetter weit ſichtbarer, indem er wahrgenommen hatte, daß alsdann gemeiniglich nicht nur eine größere Reinigkeit der Luft und Abweſenheit der Näſſe ſtatt fand, ſondern auch alle haarige und harnige Subſtanzen elaſtiſcher, und mithin zur Erregung ſtarker zitternder Bewegungen weit aufgelegter und geſchickter waren. Wenn man den Flanell vorher mit Seewaſſer angefeuchtet hatte, und nachher trocken werden ließ, ſo wurden, ſeiner Verſicherung nach, die elektriſchen Erſcheinungen ſehr verſtärkt.

Dergleichen Erſcheinungen hatte man zwar lange vorher ſchon bemerkt, ſie aber nicht für elektriſch ausgegeben.

Monnier der jüngere ſuchte die elektriſche Kraft dadurch zu verſtärken, daß er ſich mehrerer rundlicher Gläſer zugleich bediente: bey angeſtelltem Verſuche aber fand er, daß der Erfolg ſeinen Erwartungen gar

o) Philoſ. Tranſact. Vol. XLIV. T. II. num. 483. Vol. XLV. num. 488.

gar nicht gemäß war, welches ihn veranlaßte, daraus zu folgern, daß es bey Verſtärkung der Elektricität, ſo wie bey Mittheilung der Hitze dem kochenden Waſſer, einen gewiſſen höchſten Grad gebe, außer welchem kein weiterer ſtatt findet.

Da die Kraft des Glaſes beym Elektriſiren ſo ſtark befunden ward, ſo darf man ſich nicht wundern, daß die Naturforſcher ausfindig zu machen ſuchten, was für eine Art von Glas ſich bis zum höchſten Grade elektriſch machen ließe. Unter andern Vorſchlägen iſt vorzüglich derjenige merkwürdig, welcher der königl. Societät am 6. Apr. 1749 vom Herrn Boſe mitgetheilt ward. Er ſagt, daß eine Glaskugel, welche öfters zu ſtarken Deſtillationen und andern chemiſchen Operationen gebraucht worden iſt, die Elektricität ungleich ſtärker ableite, als ein Glas, welches einem ſo heftigen Feuer niemals ausgeſetzt geweſen iſt. Er behauptet, der erſte geweſen zu ſeyn, welcher dieſes merkwürdigen Umſtandes, wie er ihn nennt, Erwähnung gethan.

Um dieſelbe Zeit erſann D. Watſon, die Verſtärkung der Elektricität dadurch zu befördern, daß er das Werkzeug, wodurch das Reiben ſeiner Kugel verrichtet ward, naß machte, ungeachtet er den Grund davon nicht völlig einſah. Er beobachtete, daß, wenn jemand auf dem Fußboden ſtand und die Kugel mit ſeiner Hand rieb, die Elektricität weit ſtärker erregt ward, als durch ein Polſterkiſſen. Dieſes konnte, ſeiner Meynung nach, von nichts anderm herrühren, als weil ſeine Hand feuchter, und mithin die Elektricität von dem Fußboden abzuleiten geſchickter war; deßwegen ließ er ſeine Maſchine, und ſogar ſein Kiſſen, naß machen, und fand alsdann die

Elek-

Elektricität eben ſo ſtark, als wenn die Kugel vermittelſt der Hand gerieben worden war.

Wilſon p) bemerkt, daß es ſehr gut ſey, wenn das Kiſſen, welches er aus Leder verfertigte, mit Silber oder Kupfer überzogen werde, und daß die ſeidene Schnur, worauf der Leiter ruhe, roth oder gelb ſeyn müſſe. Der Tiſch müſſe auf einem feuchten Boden ſtehen, oder es müſſe ein Drath von der Maſchine nach dem feuchten Boden gehen.

Auch fand Watſon, daß zwar durch das Reiben der Kugel mittelſt Körper, welche von Natur elektriſch und völlig trocken waren, keine Elektricität hervorgebracht werden konnte, daß dieſe Körper hingegen von ſehr guter Wirkung waren, wenn man ſie angefeuchtet hatte; denn das in dieſe Subſtanzen hineinziehende Waſſer diene der Elektricität zwiſchen der Hand, oder dem Kiſſen, und der Kugel als ein Verbindungscanal, auf eben die Art, wie die bey feuchtem Wetter mit Dünſten angefüllte Luft die Anhäufung der elektriſchen Materie zu irgend einem beträchtlichen Grade hindere, indem ſie dieſelbe, ſobald ſie erregt worden, nach den nächſten unelektriſchen Körpern ableite. Er bemerkte hingegen, daß die meiſten vegetabiliſchen Subſtanzen, ungeachtet man ſie ſo trocken als möglich hatte werden laſſen, Elektricität, wiewohl nur im geringen Grade, äußerten. Er erregte die Elektricität nicht nur aus linnen Zeug, Baumwolle u. ſ. f. ſondern auch ſogar aus Bleyplatten und einem Brete von Tannenholz.

Nollet q) verſichert, eine ſehr ſtarke Wirkung bemerkt zu haben, wenn das Glas mit Wollenzeug, wor=

p) *Wilſon's* eſſay. p. 5 f.
q) Recherches ſur l'électricité, à Paris 1749. p. 186.

worauf vorher Terpentinöl gegoſſen war, gerieben worden; daß aber, ſobald das geringſte Waſſer darunter gekommen, die Erregung der Elektricität verhindert worden ſey.

Boulanger führt an, daß, wenn zwey Cylinder von einerley Glas und Geſtalt verfertigt werden, und zwar der eine durchſichtig, der andere aber auf eine beliebige Art gefärbt, der durchſichtige Cylinder ſich durch Reiben weit leichter elektriſch machen laſſe, als der gefärbte. Indeſſen geſteht er, daß bisweilen das durchſichtigſte und zerbrechlichſte Glas nur wenig Elektricität habe annehmen wollen. Ein andermal bemerkt er, daß ein 3 oder 4 Linien dikker Cylinder ſich weit ſtärker und dauerhafter elektriſch machen laſſe, als einer, der nur 1 Linie dick iſt.

Auch fieng man an, auf Vorrichtungen zu denken, die Stärke der Elektricität eines Körpers zu beſtimmen. Der Abt Nollet, welcher bey den Verſuchen des du Fay zugegen geweſen war, ſahe ein, daß die Fäden, welche letzterer gebraucht hatte, um daraus zu erkennen, wie bald die Stange elektriſirt werde, und wie bald ſie dieſe Elektricität wieder verliere, vortheilhafter zu gebrauchen wären, wenn man aus der Größe ihres Winkels auf den Grad der Elektricität ſchließen könne. Weil man aber keine fremden Körper an dieſe Fäden bringen durfte, ſo ſchlug er vor [r]), den Winkel der Fäden durch ihren auf einem Brete aufgefangenen Schatten mit einem Gradbogen zu meſſen.

Waitz

r) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1747.

Waitz [s]) ſchlug vor, an die Enden der Fäden kleine Metallplättchen oder Gewichte zu hängen. Hiezu nahm er ſeidene Fäden, und die kleinen Gewichte giengen aus einander, wenn er einen geriebenen Glascylinder in ihre Nähe brachte. Er machte ſich Hoffnung, dadurch die zurückſtoßende Kraft mit der Schwere vergleichen zu können.

Ellicott [t]) ſchlug eine Wage vor, wo das Gewicht in einer Schale zeigt, wie ſtark ein elektriſirter Leiter die darüber gehaltene Schale anziehe. Auf ähnlichen Gründen beruht auch ein ähnlicher Vorſchlag von Gralath [u]).

Canton entdeckte um dieſelbe Zeit, als Watſon ſeinen erſten Verſuch über die Leydenſche Flaſche anſtellte, eine Methode, vermittelſt welcher die Quantität der in der Phiole angehäuften Elektricität ziemlich genau auszumeſſen wäre. Er nahm die geladene Phiole in ſeine Hand, und machte, daß ein Funken aus derſelben nach einen frey ſchwebenden Leiter fuhr, welchen Funken er mit ſeiner andern Hand auffieng. Dieſe Operation wiederholte er ſo lange, bis alles entladen war, und ſchätzte den Grad der Ladung nach der Anzahl der Funken.

Es iſt natürlich, zu denken, daß man bey den großen Wirkungen der Elektricität auch verſuchen würde, was für Wirkungen ſie auf thieriſche und andere Körper äußern werde. Der Abt Nollet war der erſte,

s) Abhandl. von der Elektricität und deren Urſachen. Berlin 1745. 4.

t) Philoſ. Tranſact. Vol. XLV. n. 486.

u) Verſuche und Abhandlungen der naturf. Geſellſchaft in Danzig. Th. I. 1747. n. 6.

erſte, welcher ſich hiemit beſchäftigte. Den Anfang machte er mit der Verdampfung der Flüſſigkeiten vermittelſt der Elektricität. Die Verſuche wurden mit der größten Sorgfalt angeſtellt, und folgende Wahrnehmungen waren das Reſultat davon:

1. Die Elektricität vermehrt die natürliche Ausdünſtung der Flüſſigkeiten, indem, Queckſilber und Baumöl ausgenommen, davon jenes zu ſchwer und dieſes zu zähe iſt, alle übrigen, womit der Verſuch angeſtellt wurde, eine Verminderung erlitten, welche keiner andern Urſache, als der Elektricität, zugeſchrieben werden konnte.

2. Die Elektricität vermehrt die Ausdünſtung derjenigen Flüſſigkeiten am meiſten, welche von ſelbſt zu verfliegen am geſchickteſten ſind. Denn der flüchtige Salmiakgeiſt erlitt einen größern Verluſt, als Wein- oder Terpentingeiſt; dieſe beyden aber wieder einen größern, als gemeines Waſſer; und Waſſer einen ſtärkern, als Weineſſig oder eine Salpeterſolution.

3. Die Elektricität hat eine ſtärkere Wirkung auf Flüſſigkeiten, wenn die dieſelben enthaltenden Gefäße unelektriſch ſind; indem, wenn die Gefäße von Metall waren, die Wirkungen allemal etwas größer zu ſeyn ſchienen, als wenn ſie von Glas waren.

4. Dieſe vermehrte Ausdünſtung war weit beträchtlicher, wenn die Gefäße, welche den Liquor enthielten, mehr offen waren; jedoch ſtand die Vermehrung der Wirkungen mit ihren Oeffnungen in keinem Verhältniſſe. Denn wenn dergleichen Flüſſigkeiten in Gefäßen elektriſirt wurden, deren Oeffnung 4 Zoll im Durchmeſſer betrug, und ungeachtet ſie alsdann mit einer Oberfläche an der Luft ſtanden, welche ſechs-

zehn

zehn mal größer war, als wenn ſie ſich in Gefäßen befanden, deren Oeffnung nur 1 Zoll im Durchmeſſer betrug, ſo bemerkte man doch nicht, daß ſie eine dieſem Unterſchiede verhältnißmäßige Verminderung erlitten.

5. Das Elektriſiren verurſacht keine Verdunſtung der Flüſſigkeiten durch die Poren, weder des Metalls, noch Glaſes; indem man, nachdem die Verſuche 10 Stunden lang fortgeſetzt worden waren, nicht die geringſte Abnahme ihres Gewichts bemerkte, wenn die Gefäße, worin ſie ſich befanden, wohl zugeſtopft waren x).

Nach angeſtellten Verſuchen mit Flüſſigkeiten machte er dergleichen auch mit feſten Körpern verſchiedener Art, woraus ſich ergab, daß dieſelben bloß im Verhältniſſe der in ihnen enthaltenen Feuchtigkeit, und der Oeffnungen ihrer Zwiſchenräume am Gewichte verloren.

Nollet dehnte auch ſeine Verſuche auf andere in die Sinne fallende Beſchaffenheiten der Körper, ihren Geruch, Geſchmack und chemiſche Eigenſchaften, aus; fand aber nach einem ſtarken und fortgeſetzten Elektriſiren verſchiedener Subſtanzen an keiner derſelben die geringſte Veränderung. Das Elektriſiren ließ die Kraft des Magneten unverändert; auch ward das Heiß- und Kaltwerden der Körper dadurch weder zurückgehalten noch beſchleunigt.

Hiernächſt verſuchte er auch Haarröhrchen, welche mit Waſſer gefüllt waren, zu elektriſiren. Es hatte nämlich Boſe zu Wittenberg beobachtet, und ſei-

x) Recherches ſur l'électricité. p. 327.

ſeine Wahrnehmung dem Hrn. Nollet mitgetheilt, daß, wenn dieſelben elektriſirt worden waren, das Waſſer in einem anhaltenden Strome herausfloß, da es hingegen ohne dieſe Operation nur ganz langſam und Tropfenweiſe herausfloß. Dem erſten Anſcheine nach ſollte ein Jeder dafür gehalten haben, daß der Strom beſchleunigt, und das elektriſirte Gefäß gar bald leer werden würde. Da aber Nollet dem erſten Anſcheine nicht trauen mochte, ſo entſchloß er ſich, dieſe Sache durchs Abmeſſen der Zeit und der Quantität des ausfließenden Liquors zur Gewißheit zu bringen. Damit er nun auch erforſchen könnte, ob die Beſchleunigung, wofern ja eine ſolche ſtatt finde, während der ganzen Zeit des Ausfluſſes gleichförmig erfolge, ſo nahm er Gefäße von verſchiedenen Weiten, welche ſich in Röhren von verſchiedenen Weiten, von 3 Linien im Durchmeſſer an bis zu ſolchen, welche ſo dünn wie ein Haar waren, endigten. Als er es nicht ſo leicht fand, wie er ſich anfänglich einbildete, etwas ſicheres hieraus zu folgern, ſo giebt er von ohngefähr 100 Verſuchen überhaupt folgendes Reſultat an:

1. Der elektriſirte Strom, ungeachtet derſelbe den Liquor zertheilt und weiter führt, wird weder merklich beſchleunigt, noch zurückgehalten, wenn die Röhre, aus welcher derſelbe herausfließt, nicht weniger als 1 Linie im Durchmeſſer hat.

2. Iſt die Röhre noch unter dieſem Durchmeſſer, aber doch weit genug, den Liquor in einem anhaltenden Strome herausfließen zu laſſen, ſo beſchleunigt die Elektricität denſelben ein wenig; jedoch nicht ſo ſtark, als man, nach den Strahlen, welche derſelbe macht, und nach der Entfernung, in

wel=

welcher dieſelben fahren, zu urtheilen, wohl glauben ſollte.

3. Bey einem Haarröhrchen, aus welchem das Waſſer im natürlichen Zuſtande nur Tropfenweiſe herausfließt, wird der elektriſirte Waſſerſtrahl nicht nur zu einem anhaltenden Strom, und zertheilt ſich noch dazu in verſchiedene Ströme, ſondern es wird derſelbe auch beträchtlich beſchleunigt; und zwar pflegt dieſe Beſchleunigung im Verhältniſſe der Feinheit des Haarröhrchens größer zu ſeyn.

4. Die Wirkung der elektriſchen Kraft iſt ſo groß, daß dieſelbe das Waſſer aus einem ganz kleinen Haarröhrchen, aus welchem daſſelbe vorher kaum Tropfenweiſe heraus konnte, in einem beſtändigen Strome heraustreibt.

Die ſeltſamſten dieſer Verſuche ſind nach dem eigenen Geſtändniſſe des Herrn Nollet diejenigen, bey welchen eine Zurückhaltung oder Verzögerung des elektriſchen Stroms ſtatt findet. Er war ſelbſt lange hierüber zweifelhaft; eine Menge Verſuche aber, welche er ſorgfältig aufgezeichnet hatte, nöthigte ihn, dieß, wiewohl noch beſtändig als etwas Ungewiſſes, anzunehmen.

Das ſchöne Anſehen der ausfließenden Ströme des elektriſirten Waſſers im Finſtern beſchreibt Nollet nach Boſe und Gordon, welche dieß zuerſt beobachtet haben, ganz umſtändlich.

Dieſe leztern Verſuche legte Nollet bey ſeinen nachherigen Unterſuchungen zum Grunde. Alle organiſirte Körper betrachtete er als Haufen von Haarröhrchen, welche mit einer gewiſſen Feuchtigkeit an-

gefüllt ſind, welche durch dieſelben hindurch, ja oft auch aus denſelben hinaus zu fließen ſucht. Dieſer Vorſtellung gemäß glaubte er, daß die elektriſche Kraft vielleicht wohl dem Safte in den Pflanzen einige Bewegung mittheilen, wie auch die unmerkliche Ausdünſtung bey thieriſchen Körpern vermehren möchte. Durch den Erfolg ſeiner Verſuche ſchien er in ſeiner angenommenen Meynung beſtärkt zu werden.

Er elektriſirte nämlich Früchte, friſche Pflanzen und Schwämme, die in ſorgfältig abgewogenem Waſſer getaucht waren, 4 bis 5 Stunden nach einander; und fand, daß nach dem Verſuche alle dieſe Körper merklich leichter waren, als andere von gleicher Art, welche zugleich mit ihnen, ſowohl vor als auch nach dem Verſuche, abgewogen, und an demſelben Orte und in gleicher Temperatur gehalten worden waren.

Mit der Elektriſirung wachſender Vegetabilien wurde in England der Anfang gemacht. Maimbray zu Edinburgh elektriſirte zwey Myrtenſtauden den ganzen Monat Sept. 1746 hindurch, und fand, daß Zweige und Blüthen an denſelben weit eher, als an andern Bäumchen dieſer Art, welche nicht elektriſirt worden waren, hervorkamen. Als Nollet von dieſem Verſuche Nachricht erhalten hatte, ward er ermuntert, ihn ſelbſt anzuſtellen.

Er nahm zwey Blumentöpfe, füllte ſie mit einerley Erde an, und ſäete einerley Saamen hinein. Er ließ ſie beſtändig an einerley Orte, und behandelte ſie auf gleiche Art, außer daß der eine Blumentopf 14 Tage nach einander, täglich 2 bis 3, mannichmal auch wohl 4 Stunden lang, elektriſirt ward. Der Erfolg war, daß in dem elektriſirten Topfe die Saa-

Saamen allemal 2 bis 3 Tage eher, als in dem andern, keimten; wie denn auch weit mehrere und überdieß auch längere Sproſſen in einer gewiſſen Zeit hervorwuchſen. Dieß veranlaßte ihn zu glauben, daß die elektriſche Kraft die Keime öffnen und entwickeln helfe, und eben dadurch das Wachsthum der Pflanzen befördere. Nollet nennt dieß indeſſen bloß eine Muthmaßung, welche eine fernere Beſtätigung erfordert. Es war, wie er meldet, damals ſchon ſpät im Jahre, als daß er noch ſo viele Verſuche, wie er wohl wünſchte, hätte anſtellen können. Die nachfolgende Reihe von Verſuchen war, wie er verſichert, weit zuverläſſiger. Sie ſind nicht weniger unterhaltend.

Um dieſe Zeit wurden dieſelben Verſuche von Jallabert, Boſe, dem Abt Menon, Rektor der Schule zu Bueil in Angers, fortgeſetzt, welche insgeſammt eben dieſelben Schlußfolgen daraus herleiteten.

Nollet nahm verſchiedene Paare Thiere von verſchiedenen Gattungen, z. B. Katzen, Tauben, Sperlinge, Finken u. d. gl. Er ſetzte ſie in beſondere hölzerne Käſiche, und wog dieſelben. Ein Thier von jedem Paare elektriſirte er 5 bis 6 Stunden nach einander, und wog ſie alsdann wieder. Der Erfolg war, daß die elektriſirte Katze gemeiniglich 65 bis 70 Gran leichter war, als die andere; die Taube 35 bis 38, und der Finke oder Sperling 6 bis 7 Gran. Um hiebey ſo genau als möglich zu gehen, wiederholte er dieſe Verſuche, und elektriſirte dasjenige Thier von jedem Paare, welches vorher nicht elektriſirt worden war, und fand dabey einige Veränderun-

gen, ungeachtet der elektriſirte Theil verhältnißmäßig jederzeit leichter war, als der andere.

Nach dieſen angeſtellten Verſuchen zweifelte er nunmehr im geringſten nicht daran, daß die Elektricität die unmerkliche Ausdünſtung der Thiere vermehre; darin aber war er noch ungewiß, ob dieſe Vermehrung in einem Verhältniſſe mit der Größe oder Oberfläche ihres Körpers ſtände. Nollet's Meynung gieng dahin, daß dieſe Vermehrung weder mit dem einen noch dem andern in einem völligen Verhältniſſe, wohl aber in einem ſolchen ſtände, welches dem letztern näher, als dem erſtern käme; ſo daß er glaubte, man habe keinen Grund, zu befürchten, daß ein elektriſirter Menſch an $\frac{1}{50}$tel ſeiner Schwere verlieren würde, ſo wie es ihm vorkam, daß es ſich mit einer Art Vögel zugetragen habe. Alles was er damals hierüber beobachtet hatte, beſtand darin, daß eine junge Manns- oder Frauensperſon, zwiſchen 20 und 30 Jahren, nachdem ſie 5 Stunden nach einander elektriſirt wurde, einige Unzen ihres Gewichts verloren hatte, mehr als ſie zu verlieren pflegte, wenn ſie nicht elektriſirt war.

Nollet bemerkt, daß diejenigen Perſonen, welche ſich auf dieſe Art elektriſiren ließen, nicht die geringſten Unbequemlichkeiten davon empfunden hatten. Sie befanden ſich bloß ein wenig erſchöpft, und hatten einen beſſern Appetit bekommen. Keiner unter ihnen befand ſich wärmer, auch konnte er nicht wahrnehmen, daß ihr Puls ſtärker geworden war.

Dieſe letztern Verſuche an menſchlichen Körpern laſſen ſich, wie er ganz richtig bemerkt, ſchwerlich mit einer großen Genauigkeit verfolgen, indem die Kleider,

der, welche mit den Haaren oder Federn der Thiere in keine Vergleichung kommen, einen beträchtlichen Theil der Ausdünſtung in ſich behalten, und daran Schuld ſind, daß ſich über die Wirkung der elektriſchen Kraft kein rechtes Urtheil fällen läßt.

Dieſe Verſuche überzeugten ihn von der Wirklichkeit der ausfließenden Materie, welche die ausdünſtbaren Theile der Körper, und was etwa durch ihre Oberflächen verfliegt, mit ſich hinweg nimmt. Und von der zufließenden Materie ward er dadurch überführt, daß er wahrnahm, wie alle dieſe Wirkungen ſich ebenfalls äußerten, wenn, anſtatt die Körper ſelbſt zu elektriſiren, dieſe bloß einem großen elektriſirten Körper nahe gebracht wurden. Er tauchte einen dikken Schwamm in Waſſer, ſchnitt ihn von einander, wog die beyden Theile beſonders, und legte alles insgeſammt nahe an einen anſehnlichen elektriſirten Körper. Er fand, daß nach einem 5 bis 6ſtündigen Elektriſiren derjenige Theil des Schwammes, welcher dem elektriſirten Körper näher lag, weit mehr an ſeinem Gewichte, als der andere, verloren hatte. Aus dieſem Umſtande ſchloß er, daß, wenn ein gewiſſer Theil eines thieriſchen Körpers irgend einer elektriſirten anſehnlichen Subſtanz nahe gebracht wird, derſelbe weit mehr ausdunſte, als der andere, und daß vielleicht durch dieſes Mittel Verſtopfungen in den Schweißlöchern deſſelben möchten gehoben werden können.

Die oben angeführten Verſuche des Hrn. Nollet thaten den engliſchen Naturforſchern, und insbeſondere Hrn. Ellicott, keinesweges Genüge. Sie ſtellten vielmehr zur Widerlegung der Theorie, welche jener aus denſelben hergeleitet hatte, Verſuche an.

Ellicott bemerkte, daß der Heber, ungeachtet derſelbe elektriſirt war, das Waſſer nur Tropfenweiſe herausließ, wenn das Becken, worin das Waſſer ſich befand, auch noch elektriſirt war.

Zur Erklärung des Lichts, welches in einigen Fällen aus einem unelektriſchen Körper, der einem durch Reiben elektriſch gemachten nahe gebracht wird, heraus zu fahren ſcheint, und welches Nollet für die zufließende Materie hielt, nahm Ellicott an, daß es dasjenige Licht wäre, welches aus dem elektriſchen Körper gefahren ſey. Bey Erklärung des Freyſchwebens der Goldblätter zwiſchen einer elektriſirten und unelektriſirten Glastafel, muß, nach Ellicott's Theorie, nothwendig vorausgeſetzt werden, daß das Goldblättchen der unelektriſirten Tafel allemal näher ſchwebe, als der elektriſirten.

In ſeiner Antwort an Nollet bemüht ſich Ellicott auch davon eine Erklärung zu geben, warum die aus einem ſpitzigen Ende des Leiters fahrende elektriſche Materie weit merklicher iſt, als wenn ſich derſelbe rund oder platt endigt. Er ſagt nämlich, daß die Ausflüſſe, indem ſie von der Kugel längſt dem Leiter hin laufen, um ſo viel näher an einander gebracht werden, je näher ſie der Spitze kommen, mithin daſelbſt dichter ſind, als in irgend einem Theile der Stange. Da folglich das Licht von der Dichtigkeit und Geſchwindigkeit der Ausflüſſe herrührt, ſo wird es bloß an der Spitze, und nirgends anders, ſichtbar. Dieß iſt der erſte Verſuch, dieſe Erſcheinung zu erklären; allein er iſt nicht glücklich ausgefallen.

Des Abts Nollet Verſuche mit animaliſchen und andern organiſirten Körpern ſind eine lange Zeit von

von keinem einzigen Elektriſirer wiederholt und weiter verfolgt worden. Die Urſache hievon mochte wohl in dem Umſtande liegen, daß ſie einen großen Koſtenaufwand erforderten. Indeſſen brachte es Jallabert zu Genf in den Verſuchen mit Pflanzen weiter, als Nollet. Er elektriſirte Bouteillen, in welchen die Pflanzen in Waſſer wuchſen, und ſtellte andere Bouteillen, welche Pflanzen von der nämlichen Gattung enthielten, dabey, und glaubte aufs deutlichſte wahrgenommen zu haben, daß die elektriſirten Pflanzen allemal weit geſchwinder in die Höhe wuchſen, und feinere Stiele, Blätter und Blumen hatten, als die nicht elektriſirten [y]).

Die bisher angeführten Bemühungen der Elektriſirer beweiſen zwar, daß die Lehre der Elektricität ungemein ſchnelle Fortſchritte machte, ſie zeigen aber auch, daß manche Irrthümer und Täuſchungen dabey vorgefallen ſind. Indeſſen ſind dieſe beym damaligen Zuſtande dieſer Lehre noch ſehr verzeihlich, da ſie bloß von Umſtänden herrührten, die man überſehen hatte. Allein in den Jahren 1747 und 1748 haben ſich verſchiedene Naturforſcher ſogar durch alle äußere Sinne hintergehen laſſen. Die Herren Pivati zu Venedig, Verati zu Bologna, Bianchini zu Turin, und Winkler zu Leipzig hatten behauptet, daß, wenn ſtark riechende Subſtanzen in gläſerne Gefäße eingeſchloſſen und dieſe durch Reiben elektriſch gemacht würden, der Geruch und andere medieiniſche Kräfte durch das Glas hindurch dufteten, die Atmoſphäre des Leiters damit anfüllten, und die Kraft allen

y) Experiences ſur l'électricité avec quelques conjectures ſur la cauſe des ſes effets.

allen Perſonen, welche denſelben berühren, mittheilten; imgleichen, daß dieſe Subſtanzen, wenn ſie von elektriſirten Perſonen in ihren Händen gehalten würden, ihre Kräfte denſelben mittheilten, ſo daß auf ſolche Art Arzneymittel ihre Wirkung verrichteten, wenn ſie gleich nicht innerlich eingenommen würden. Sie behaupteten ſogar, vermittelſt der auf dieſe Art angewandten Elektricität manche Curen verrichtet zu haben. Einige der ſonderbarſten dieſer vermeinten Verſuche ſind folgende.

Joh. Franz Pivati[z]) meldet, daß ein offenbares Beyſpiel der elektriſchen Kraft ſich an dem Peruvianiſchen Balſam zeige, welcher in einem gläſernen Cylinder dermaßen verſteckt worden war, daß vom Elektriſiren deſſelben nicht der geringſte Geruch auf irgend eine Art zu verſpüren war. Ein Mann, welcher Seitenſchmerzen hatte, legte auf Anrathen eines Arztes Yſop auf die ſchmerzhafte Stelle, näherte ſich dem alſo zubereiteten Cylinder, und ward dadurch elektriſirt. Der Erfolg war, daß, als er nach Hauſe gegangen und eingeſchlafen war, er in einen Schweiß gerieth, und die Kraft des Balſams ſich dermaßen vertheilt hatte, daß auch ſogar ſeine Kleider, das Bette und die Kammer ganz darnach rochen. Nachdem er ſich durch dieſen Schlaf erholt hatte, kämmte er ſein Haar und fand, daß ſich der Balſam durch daſſelbe hindurch gezogen hatte, und daß ſogar der Kamm wohlriechend geworden war.

Den

z) Della elettricita medica lettera del chiariſſimo ſignoregio: *Franciſco Pivati*, al celebre ſignore Franciſco Maria Zanotti. Lucqu. 1747. 8. Riffleſſioni ſiſiche ſopra la medicina elettrica. a Veniſ. 1749. in fol.

Den Tag darauf elektriſirte **Pivati** einen ganz geſunden Menſchen auf dieſelbe Art, welcher aber von demjenigen, was mit der Elektriſirmaſchine vorher vorgenommen war, gar nichts wußte. Als dieſer eine Stunde nachher in Geſellſchaft gieng, bemerkte er, daß ſich eine allmählige Wärme durch ſeinen ganzen Körper verbreitete, und er ward munterer und luſtiger als gewöhnlich. Sein Geſellſchafter verwunderte ſich über einen Geruch, und konnte nicht begreifen, wo er herrühre; er ſelbſt aber empfand, daß der Dunſt aus ſeinem eigenen Körper aufſtieg, worüber er ſich ebenfalls ſehr verwunderte, weil er nicht den geringſten Verdacht darauf hatte, daß es von der Operation des Herrn **Pivati** herrühre.

Winkler in Leipzig, welcher eine ſolche außerordentliche Nachricht nicht gleichgültig betrachtete, ward begierig, die Kraft der Elektricität an gewiſſen Subſtanzen auf gleiche Art zu verſuchen, und fand, daß der Erfolg dasjenige, was bisher davon bekannt geworden war, völlig beſtätigte. Er that geſtoßenen Schwefel in eine Glaskugel, und verſtopfte ſie ſo feſt, daß nicht der geringſte Schwefelgeruch zu verſpüren war, als ſie über dem Feuer umgedrehet wurde. Nachdem die Kugel erkaltet war, elektriſirte er ſie; hier ſtieg ein Schwefelgeruch auf, und bey Fortſetzung des Elektriſirens ward die Luft damit ſo angefüllt, daß derſelbe über 10 Fuß weit zu riechen war. Er rief als Zeugen dieſer Merkwürdigkeit den Herrn Profeſſor **Haubold** und verſchiedene andere herbey; dieſe aber wurden durch den Schwefelgeruch vertrieben. Er ſelbſt hielt ſich in dieſer ſchweflichten Atmoſphäre etwas länger auf, und ſie zog ſich in ſeinen Körper ſo hinein, daß ſein Leib,

Kleid und Athem noch am folgenden Tage den Geruch davon behielt.

Hierauf verſuchte **Winkler** die Wirkung eines angenehmern Geruchs, und füllte die Glaskugel mit Zimmt an. Nachdem er ſelbige, wie vorher, erwärmt hatte, ward der Zimmtgeruch ſogleich von der Geſellſchaft empfunden, und das ganze Zimmer war in ſehr kurzer Zeit dermaßen davon angefüllt, daß es alle diejenigen, welche hineintraten, ſogleich rochen.

Mit dem Peruvianiſchen Balſam war der Erfolg der nämliche, und ſein Freund **Haubold** roch, nachdem er die Kraft des Balſams eingeſogen hatte, ſo ſtark darnach, daß, als er zum Abendeſſen gegangen war, er von der Geſellſchaft öfters befragt ward, was für einen guten Geruch er um ſich habe? Als **Winkler** den Tag darauf Thee trank, empfand er einen ungemein lieblichen ſüßen Geſchmack, welcher von den in ſeinem Munde noch zurück gebliebenen Dünſten des Balſams herrührte.

Nach einigen Tagen, als die Kugel den Balſamgeruch gänzlich verloren hatte, leitete man eine Kette aus dem Kammerfenſter, und führte ſie durch die freye Luft hindurch in ein anderes von jenem ganz abgeſondertes Zimmer. Hier hieng man die Kette auf ſeidenen Schnüren, und gab ſie einem Manne in die Hand, welcher ebenfalls auf ausgeſpannten ſeidenen Schnüren ſtand, und von demjenigen, was man mit ihm zur Abſicht hatte, gar nichts wußte. Nachdem die Elektricität eine Zeitlang erregt worden war, fragte man den Mann, ob er nicht etwas röche? Er antwortete mit Ja, aber er wiſſe nicht wonach es röche. Nachdem man das Elektriſiren ohngefähr 1

Stun-

Stunde lang fortgeſetzt hatte, roch das Zimmer ſo ſtark darnach, daß der Mann, welcher von dem Balſam nichts wußte, verſicherte, daß ſeine Naſe mit einem lieblichen Geruche angefüllt ſey, welcher mit dem Geruche einer Art Balſam eine Aehnlichkeit habe. Nachdem er darauf in einem Hauſe geſchlafen hatte, welches von dem Zimmer, wo der Verſuch angeſtellt worden, ziemlich weit entfernt lag, ſtand er am Morgen ganz munter und vergnügt auf, und empfand in ſeinem Thee einen lieblichern Geſchmack, als gewöhnlich.

Da nun dieſe und andere ähnliche Verſuche dieſer Art bekannt wurden, und dem Anſcheine nach mit glaubwürdigen Zeugniſſen beſtätigt waren, ſo veranlaßte dieß ſämmtliche Elektriſirer in Europa, dieſe Verſuche zu wiederholen. Allein ſie wollten keinem glücken. Baker gab daher den Rath, daß man alle dieſe Verſuche, ſo unwahrſcheinlich ſie auch zu ſeyn ſchienen, einer nähern Prüfung unterwerfen möchte. So romanhaft, ſagt er, auch dieſe Dinge zu ſeyn ſcheinen, ſo ſollte man ſie doch nicht ſo ſchlechterdings verachten, ohne einen genauen Verſuch gemacht zu haben; denn wir alle erinnerten uns noch ſehr wohl, daß jene Erſcheinungen in der Elektricität, welche jetzt die gemeinſten und bekannteſten unter uns ſind, unſerer Vorſtellung nach eben ſo wenig Glauben zu verdienen ſchienen, als die gegenwärtigen, wovon Nachrichten aus Rom, Venedig und Bologna eingegangen ſind, wenn wir nicht ſelbſt Verſuche damit angeſtellt hätten [a]).

Der Abt Nollet, welchem außerordentlich daran gelegen war, ſich von der Wahrheit oder Falſchheit

a) Philoſ. Tranſact. abridg. Vol. X. p. 406.

heit dieſer ſonderbaren Nachrichten zu verſichern, nahm ſogar deßwegen eine Reiſe durch die Alpen vor, und begab ſich nach Italien, wo er alle diejenigen Herren, die irgend eine Nachricht von dieſen Verſuchen bekannt gemacht hatten, beſuchte. Nachdem nun alle dieſe Verſuche in ſeiner Gegenwart und ſelbſt an ihm mit der größten Sorgfalt wiederholt wurden; ſo kehrte er doch mit der Ueberzeugung wieder zurück, daß die Nachrichten von den Curen ſehr übertrieben geweſen wären, daß er in keinem einzigen Falle einen durch die Zwiſchenräume elektriſch gemachter Glasröhren hindurch duftenden Geruch bemerkt, und daß keine Subſtanz jemals ihre Kraft denjenigen Perſonen mitgetheilt habe, welche, während daß ſie elektriſirt worden, dieſe Röhren bloß in ihren Händen gehalten hätten. Indeſſen zweifelte er daran nicht, daß bey fortgeſetztem Elektriſiren ohne riechende Subſtanzen manche Perſonen merkliche Linderung in verſchiedenen Zufällen empfunden hätten.

Eine nicht geringere Aufmerkſamkeit, als Nollet, zeigten die engliſchen Naturforſcher auf dieſen Gegenſtand. Es war an die königliche Societät ein Bericht von Winkler eingelaufen, worin das Hindurchdunſten der riechenden Subſtanz durch die Zwiſchenräume der durch Reiben elektriſch gemachten Glasröhre durch Verſuche dargethan werden ſollte. Da aber keiner derſelben in England gelingen wollte, ſo ward dem Sekretair aufgegeben, im Namen der Societät an Winkler zu ſchreiben, und ihn zu erſuchen, daß er nicht nur einen umſtändlichen Bericht von ſeinem Verfahren bey Anſtellung der Verſuche, ſondern auch einige Kugeln und Röhren, welche zu dieſem Behuf von ihm ſelbſt zubereitet worden, an dieſelben einzuſchicken die Gütigkeit haben möchte.

Wink-

Winkler ſandte dergleichen mit der dazu nöthigen Anweiſung wirklich ein, und es wurden die Verſuche mit aller nur möglichen Vorſicht in dem Hauſe des Herrn Watſon am 21. Jun. 1751 angeſtellt. Dabey waren Martin Folkes, Nicolaus Mann, D. Mortimer, Peter Daval, Canton und Schröder, ein Freund von Winkler, gegenwärtig. Aber aller Mühe ungeachtet, welche dieſe Herren ſich gaben, lieſen doch die Verſuche fruchtlos ab.

Die hinreichendſte Widerlegung dieſes vermeynten Hindurchdunſtens ſtarkriechender Subſtanzen ſowohl, als auch der oben erwähnten mediciniſchen Wirkungen der Elektricität, wurden unſtreitig zu Venedig, dem wahren Orte, wo dieſe mediciniſche Elektricität eigentlich ihren Urſprung nahm, gemacht. Die Verſuche wurden vom Herrn Bianchini in Gegenwart ſehr vieler Zeugen angeſtellt; allein alle dieſe Herren ſahen ſich insgeſammt genöthigt, die ganze Sache als falſch zu erklären.

Boſe in Wittenberg hatte einen Verſuch, welchen er die Beatification nannte, gemacht, und hievon folgende Beſchreibung gegeben: wenn bey der Elektriſation große Kugeln gebraucht würden, und die elektriſirte Perſon auf einem großen Pechkaſten ſtände, ſo käme nach und nach eine ſchweifende Flamme aus dem Pechkaſten hervor, und ſchlänge ſich um ihre Füße herum; von da lieſe ſie bis an ſeine Knie und ſeinen Leib, bis ſie zuletzt nach ſeinem Kopfe hinaufſteige; wenn man alsdann das Elektriſiren noch weiter fortſetze, ſo würde das Haupt dieſer Perſon mit einem hellen Scheine, oder einer ſogenannten Glorie umgeben, die derjenigen gewiſſer Maaßen gleichkomme,

komme, welche die Mahler bey Verzierung der Köpfe der Heiligen vorzuſtellen pflegten.

Alle Elektriſirer gaben ſich Mühe, dieſen Verſuch auf gleiche Art anzuſtellen; allein er wollte nicht ſo gelingen, wie Boſe ihn beſchrieben hatte. Unter allen gab ſich Watſon in England die meiſte Mühe. Er hielt die Operation verſchiedene mal in eigener Perſon aus, und ſtand auf elektriſchen Körpern, welche 3 Fuß hoch waren. Bey recht ſtarkem Elektriſiren empfand er ein Kribbeln an der Haut ſeines Kopfes und in verſchiedenen Theilen ſeines Körpers, oder eine Empfindung, welche mit derjenigen eine Aehnlichkeit hat, als wenn eine Menge Inſekten zu gleicher Zeit über ihm hinweg kröche; auch bemerkte er, daß dieſe Empfindung allemal an denjenigen Theilen ſeines Körpers am ſtärkſten war, welche ſich einem unelektriſchen Körper am nächſten befanden; allein ein Licht an ſeinem Kopfe zeigte ſich durchaus nicht, obgleich der Verſuch verſchiedene mal im Finſtern und anhaltend gemacht ward.

Als endlich Watſon dieſer Verſuche überdrüſſig geworden war, ſchrieb er an Herrn Boſe, und erſah aus deſſen Antwort, daß die ganze Sache ein bloßer Betrug geweſen ſey. Boſe geſtand aufrichtig, daß er ſich eines ganzen Harniſches bedient hätte, welcher mit verſchiedenen ſtählernen Zierraten ausgeſchmückt war, deren einige wie Nägel zugeſpitzt, andere wie Keile geſtaltet, und noch andere pyramidal geweſen wären, und daß, als die Elektriſation ſehr ſtark geweſen, die Ränder des Helms Strahlen von ſich gegeben hätten, welche mit denjenigen, die man um die Köpfe der Heiligen zu mahlen pflegt, einige Aehnlichkeit

gehabt

gehabt hätten. Und hierin beſtand ſeine ganze ſo ſehr berühmte Beatifikation.

Poncelet will doch an einem Menſchen mit kurzen Haaren die Beatifikation ohne metallene Spitzen bewirkt haben.

Boſe, welcher bey ſeinen Verſuchen eine eigene Begierde nach etwas Geheimnißvollen und Wunderbaren gehabt zu haben ſchien, gab der königlichen Societät zu London Nachricht von einem Verſuch, die Pole eines natürlichen Magneten umzukehren, ihre Kraft zu zerſtören, und dieſelbe wieder herzuſtellen; die eigentliche Methode beſchreibt er aber nicht. Dieſer Verſuch hat aber in England Niemanden gelingen wollen.

Auch ſcheint bey einem gewiſſen Verſuche, wovon Hales der königl. Societät in dieſem Jahre Nachricht ertheilte, einiger Betrug vorgegangen zu ſeyn, da er nämlich den elektriſchen Funken aus warmem Eiſen von einer hellen lichten Farbe, aus warmem Kupfer grün, und aus einem warmen Ey von einer gelblichen Flammenfarbe wahrgenommen zu haben verſichert. Dieſe Verſuche ſchienen ſeiner Meynung nach anzuzeigen, daß einige Theilchen dieſer verſchiedenen Körper durch den elektriſchen Funken zugleich mit hinweggeführt werden, wodurch dieſe verſchiedene Farben zum Vorſchein kommen.

Von einem andern merkwürdigen Verſuche findet man in einem Aufſatze, der der königl. Societät am 29. May 1748 vorgeleſen ward, Nachricht: Es ſoll nämlich durch einen elektriſchen Funken ein barchentner Ueberrock an dem Sohne eines gewiſſen Robert Roche entzündet worden ſeyn, als ſelbiger um

eines gewiſſen Zufalls willen elektriſirt ward. Dieſer Verſuch ward wiederholt, und er hatte denſelben Erfolg, wie das erſte mal, wo es bloß etwas Zufälliges war.

Verſuche und Entdeckungen des Herrn Franklin und ſeiner Zeitgenoſſen in der Lehre der Elektricität.

Gerade um die Zeit, da man ſich in Europa mit den wichtigſten Entdeckungen in der Lehre der Elektricität ſehr eifrig beſchäftigte, verfolgte D. Franklin in Amerika ebenfalls dieſe Lehre, und bereicherte ſie mit ungemein wichtigen Entdeckungen, welche ſeine New experiments and obſervations en electricity, made at Philadelphia in America enthalten, und welche er in verſchiedenen Briefen an Herrn Peter Collinſon zu London, Mitglied der königl. Geſellſchaft, deren erſterer vom 28. Jul. 1747, und letzterer vom 18. April 1754 datirt iſt, mitgetheilt hat.

Nichts iſt über die Materie der Elektricität jemals geſchrieben worden, was mehr geleſen und in allen Theilen von Europa bewundert ward, als dieſe Briefe. Faſt in alle Europäiſche Sprachen wurden ſie überſetzt, und zuletzt kam ſelbſt noch eine lateiniſche Ueberſetzung zum Vorſchein.

Indeſſen ſcheint Franklin im Auslande weit berühmter geworden zu ſeyn, als in ſeinem Vaterlande, und ſein Ruhm wurde durch ſeine Freunde und beſonders durch die Einwendungen, welche der Abt Nollet gegen ſeine Theorie machte, ungemein vermehrt.

Die erſte Gelegenheit, wodurch Franklin in Frankreich berühmt ward, war eine ſchlechte Ueber-

ſetzung

ſetzung ſeiner Briefe, welche dem Herrn von Buffon in die Hände gefallen war. Dieſer Herr, nachdem er Franklin's Verſuche mit glücklichem Erfolge wiederholt hatte, vermochte einen Freund von ihm, dem Herrn Dalibard, dahin, die Ueberſetzung aufs neue durchzuſehen und zu berichtigen, welche nachher nebſt einer kurzen vorgeſetzten Geſchichte der Elektricität gedruckt, und durchgängig mit allgemeinem Beyfalle aufgenommen ward. Was zu dem erwünſchten Fortgange dieſer Bekanntmachung, und des Herrn Franklin's Grundſätze in Frankreich in Anſehen zu bringen, nicht wenig beytrug, ward dieß, daß ein Freund des Hrn. Dalibard Franklin's Verſuche für Geld ſehen ließ.

Franklin hatte, ſo wie auch D. Watſon, entdeckt, daß die elektriſche Materie nicht aufs neue hervorgebracht, ſondern aus den benachbarten unelektriſchen Körpern vermittelſt des Reibens geſammelt würde. Er hatte bemerkt, daß es einem Menſchen nicht möglich war, ſich ſelbſt zu elektriſiren, wenn er gleich auf Glas oder Wachs ſtand; ſondern, daß die Röhre ihm nicht mehr Elektricität mitzutheilen vermögend war, als dieſelbe beym Reiben von ihm bekommen hatte. Er nahm wahr, daß, wenn zwey Perſonen auf Wachs ſtanden, wovon die eine die Röhre rieb und die andere den Funken daraus annahm, ſie beyde elektriſirt wurden; daß, wenn ſie nach der Operation einander berührten, ein ſtärkerer Funken zwiſchen ihnen zum Vorſchein kam, als wenn ein anderer eine von ihnen berührte; und daß ein ſolcher Funken die Elektricität von beyden hinweg nahm.

Dieſe Verſuche brachten Franklin auf den Gedanken, daß die elektriſche Materie von derjenigen

Perſon, welche die Röhre rieb, zu derjenigen, welche ſie berührte, geleitet würde, wodurch einige Ausdrücke und Redensarten in die Elektricität eingeführt wurden, welche vorher nie gebräuchlich geweſen waren, und welche man ſeitdem beybehalten hat. Diejenige Perſon, welche die Röhre berührte, ward nach Franklin's Ausdruck auf eine poſitive oder mehrere Art elektriſirt, indem ſie, ſeiner Meynung nach, einen Zuſatz von elektriſcher Materie bekam; dahingegen diejenige Perſon, welche die Röhre rieb, ſeiner Vorſtellung nach, auf eine negative oder geringere Art elektriſirt ward; indem er annahm, daß dieſelbe einen Theil ihrer natürlichen Quantität der elektriſchen Materie verloren hätte. Dieſe Bemerkung leitete Franklin auf eine Hauptentdeckung, welche den Leydenſchen Verſuch betrifft. Sie beſteht darin, daß, wenn die eine Seite des Glaſes auf eine poſitive Art elektriſirt geweſen iſt, die andere auf eine negative Art elektriſirt war, ſo daß, was für eine Menge von elektriſcher Materie auch nach der einen Seite des Glaſes hingebracht wird, eben ſo viel auch aus der andern herausgezogen wird; daß in der Phiole, nachdem ſie geladen worden, wirklich nicht mehr elektriſche Materie vorhanden ſey, als zuvor; und daß alles, was durch Laden geſchehen könne, nur darin beſtehe, daß man ſie von der einen Seite hinweg ziehe, und nach der andern hin leite. Auch nahm Franklin wahr, daß Glas keine Elektricität hindurch laſſe, und daß daher, weil das Gleichgewicht in der geladenen Phiole durch keine inwendige Mittheilung wieder hergeſtellt werden konnte, dieſes durch auswendige Leiter, welche die in- und auswendige Seite mit einander verbinden, geſchehen müßte.

Dieſe Hauptentdeckung machte er bey der Gelegenheit, da er bemerkte, daß, wenn eine Phiole geladen war, eine an einem ſeidenen Faden hängende Korkkugel von dem äußern Ueberzuge angezogen ward, wenn ſie von einem mit der inwendigen Seite communicirenden Drathe zurückgeſtoßen ward; daß ſie hingegen von der auswendigen Seite zurückgeſtoßen ward, wenn ſie von der inwendigen angezogen worden war. Die Richtigkeit dieſes Grundſatzes erhellte noch deutlicher, als er den Knopf des mit dem auswendigen Ueberzuge verbundenen Draths wenige Zolle von dem mit dem inwendigen Ueberzuge verbundenen Drathe anbrachte, und eine Korkkugel dazwiſchen hieng; denn alsdann ward die Kugel von ihnen abwechſelnd angezogen, ſo lange bis die Phiole entladen war.

Die Naturforſcher in Europa hatten beobachtet, daß eine Phiole nicht geladen werden konnte, wofern nicht ein Leiter die auswendige Seite berührte. Franklin machte dieſe Beobachtung allgemeiner, und konnte auch dieſelbe beſſer erklären. Da keine elektriſche Materie, ſagt er, mehr in die inwendige Seite einer Phiole hinein gebracht werden kann, wenn alle aus der auswendigen Seite herausgetrieben iſt; ſo kann auch in einer noch nicht geladenen Phiole nichts inwendig hinein gebracht werden, wenn nichts von auswendig heraus gebracht werden kann. Auch zeigte er durch einen ſchönen Verſuch, daß, wenn die Phiole geladen war, bey Wiederherſtellung des Gleichgewichts die eine Seite gerade ſo viel verlor, als die andere gewann. Als er einen dünnen Zwirnsfaden nahe an den Ueberzug einer elektriſirten

Phiole gehängt hatte, bemerkte er, daß allemal, ſo oft er ſeinen Finger nahe an den Drath brachte, der Faden von dem Ueberzuge angezogen ward. Denn, als durch Berührung des Draths das Feuer von inwendig herausgezogen ward, zog die auswendige Seite gerade eben ſo viel durch den Faden in ſich.

Er fand, daß beym Entladen der Phiole die eine Seite gerade eben ſo viel hergab, als die andere annahm, indem er die Perſon auf elektriſche Subſtanzen ſtellte, und dieſelbe die Phiole durch ihren Körper entladen ließ; wo er wahrnahm, daß bey derſelben nach geſchehenem Entladen keine Elektricität zurückblieb. Auch hieng er Korkkügelchen an einen iſolirten Leiter zur Zeit der Entladung einer daran hangenden Phiole, und bemerkte, daß, wenn ſie nicht vorher, ehe der elektriſche Schlag geſchah, zurückfuhren, ſie auch weder während dem Schlage ſelbſt noch nachher zurückgefahren ſind. Der Verſuch aber, welcher zum vollſtändigen Beweiſe diente, daß der Ueberzug an der einen Seite gerade eben ſo viel annahm, als von der Entladung der andern herausgelaſſen ward, war folgender: Er iſolirte eine reibende Perſon, hieng alsdann eine Phiole an ſeinen Leiter, und fand, daß dieſe nicht geladen werden konnte, wenn er auch ſeine Hand beſtändig daran hielt, weil, ungeachtet die elektriſche Materie die auswendige Seite der Phiole verließ, doch durch die reibende Perſon keine geſammlet war, welche nach der inwendigen Seite hätte geleitet werden können. Hierauf nahm er ſeine Hand von der Phiole hinweg, machte mittelſt eines Draths eine Verbindung von dem auswendigen Ueberzuge nach der iſolirten reibenden Perſon, und fand, daß ſie ſich alsdann leicht laden ließ. In die-

dieſem Falle war offenbar, daß eben dieſe Materie, welche den auswendigen Ueberzug verließ, mittelſt der reibenden Perſon, der Kugel, des Leiters und des Draths der Phiole nach der inwendigen Seite geleitet ward.

Franklin's neue Theorie wegen der Ladung der Leydner Flaſche führte ihn zur Beobachtung einer größern Menge von Erſcheinungen, das Laden ſowohl als das Entladen derſelben betreffend, als andere Naturforſcher wahrgenommen hatten. Er fand, daß die Phiole eben ſo ſtark elektriſch ward, wenn ſie an dem Henkel gehalten, und der Ueberzug an die Kugel oder an die Röhre gelegt ward, als wenn dieſelbe an dem Ueberzuge gehalten, und der Henkel an die Kugel der Röhre gelegt worden wäre; und daß mithin derſelbe Schlag und dieſelbe Erſchütterung erfolgte, wenn die elektriſirte Phiole in der einen Hand am Henkel gehalten, und der Ueberzug mit der andern berührt ward, als wenn ſie am Ueberzuge gehalten, und am Henkel berührt worden wäre. Um die geladene Phiole mit Sicherheit am Henkel zu halten, und ihre Kraft nicht zu ſchwächen, fand er, daß es nöthig war, ſie vorher auf Körper, welche an und für ſich elektriſch ſind, niederzuſetzen.

Wenn jemand zwey Phiolen in ſeiner Hand hielt, wovon die eine völlig und die andere nicht völlig elektriſirt war, und ihre Henkel nahe an einander brachte, ſo bemerkte Franklin, daß er nur einen halben Schlag empfand; denn die beyden Phiolen blieben nur halb elektriſch, indem die eine halb geladen, und die andere halb entladen war.

Wenn zwey Phiolen beyderſeits durch ihre Henkel geladen waren, und eine Korkkugel an einem ſeidenen Faden zwiſchen denſelben gehängt ward, ſo ward die Kugel von beyden zuerſt angezogen, und nachher zurückgeſtoßen. Waren ſie hingegen elektriſch gemacht worden, und zwar die eine durch den Drath und die andere durch den Ueberzug, ſo ſpielte die Kugel zwiſchen beyden lebhaft, ſo lange bis ſie beynahe entladen waren. Damals gab Franklin nicht darauf Acht, daß, wenn beyde Phiolen durch ihre Ueberzüge geladen waren, die Kugel von ihnen beyden zurückgeſtoßen ward, gleich als wenn ſie mehr elektriſch geworden wären. Und als er nachher wahrnahm, daß zwey weniger elektriſch gemachte Körper einander zurückſtießen, ſo ſchien er über dieſe Erſcheinung in Erſtaunen geſetzt worden zu ſeyn, und er geſtand, daß er keinen hinreichenden Grund davon angeben könnte.

Es war einem jeden Elektriſirer bekannt, daß eine inwendig feucht gemachte Kugel oder Röhre wenig oder gar kein elektriſches Feuer gebe; es war aber kein gehöriger Grund davon angeführt worden, ehe Franklin eine Erklärung davon verſuchte. Er ſagt, daß, wenn eine mit einiger unelektriſchen Materie überzogene Röhre gerieben wird, dasjenige, was ſich aus der Hand durch das Hinabſtreichen ſammlet, ſich in die Zwiſchenräumchen des Glaſes hinein begebe und eine gleiche Quantität aus der innern Oberfläche in den unelektriſchen Ueberzug hinein treibe; und daß die Hand beym Hinauffahren, um einen zweyten Strich zu verrichten, dasjenige wieder heraus ziehe, was in die auswendige Oberfläche hinein gebracht worden, und die innere Oberfläche zu derſelben

Zeit

Zeit dasjenige wieder in ſich zurücknehme, was ſie an den unelektriſchen Ueberzug abgeliefert hatte, ſo daß bey jedem Striche, welchen die Röhre bekommt, das elektriſche Fluidum ſich in ihre Zwiſchenräumchen bald hinein, bald wieder heraus begiebt.

Wenn unter ſolchen Umſtänden ein Drath in die Röhre gelegt ward, ſo bemerkte er, daß ſie geladen ward, wenn jemand unterdeſſen den Drath berührte, da ein anderer die Röhre rieb, und ſeinen Finger wieder zurückzuziehen ſuchte, ſobald der von inwendig herausgelockte Funken getroffen haben würde.

Bey einer Röhre, aus welcher die Luft herausgezogen war, bemerkte er, daß ein von einem Drathe berührter unelektriſcher Ueberzug gar nicht nöthig war; ſondern daß im luftleeren Raume das elektriſche Feuer ohne Beyhülfe eines unelektriſchen Leiters aus der innern Oberfläche ungehindert herausfuhr.

Aus demſelben Grundſatze erklärte Franklin die Wirkungen eines durch Reiben elektriſch gemachten Körpers, welche durch das Glas hindurch in dem luftleeren Raume jenſeits demſelben beobachtet werden. Die Röhre und deren elektriſch gemachte Atmoſphäre, wenn ſie nahe an ein gläſernes Gefäß gebracht werden, treiben die elektriſche Materie von der innern Oberfläche des Glaſes zurück; und die aus der innern Oberfläche herausfahrende Materie wirkt auf leichte Körper in dem luftleeren Raume, ſowohl bey ihrem Herausfahren aus dem Glaſe, als auch bey ihrem Zurückgehen nach demſelben, wenn der elektriſch gemachte Körper von der äußern Seite zurückgezogen wird.

Ferner ward Franklin durch dieſen Grundſatz auf den Gedanken geleitet, verſchiedene Phiolen zugleich auf einmal zu laden, indem er die auswendige Seite der einen mit der inwendigen Seite einer andern verband, um dadurch zu bewürken, daß die elektriſche Materie, welche aus der erſtern herausgetrieben ward, von der zweyten aufgenommen, und diejenige, welche aus der zweyten entwich, von der dritten aufgenommen würde u. ſ. f. Durch dieſes Mittel fand er, daß ſich eine ziemliche Anzahl Flaſchen durch einerley Mühe ſo gut wie eine einzige laden ließ; und zwar, daß ſie ſich in gleicher Stärke laden ließen, wofern nicht jede Flaſche mit einigem Widerſtande neue elektriſche Materie in ſich nähme, und ihre alte verlöre. Dieſer Widerſtand, ſagt er, wird bey einer Menge Flaſchen mehr der ladenden Kraft gleich, und auf ſolche Art wird die elektriſche Materie nach der Kugel weit geſchwinder wieder zurückgetrieben, als es bey einer einzigen Flaſche geſchehen würde. Hiernach errichtete Franklin eine elektriſche Batterie, welche aus 11 großen viereckten Glasſcheiben beſtand, die an jeder Seite eingefaßt und dergeſtalt mit einander verbunden waren, daß bey dem Laden der einen zugleich alle geladen wurden. Nachdem er hierauf ein Mittel gefunden hatte, einen Drath um die von ſich gebenden Seiten, und einen andern Drath um die in ſich nehmenden Seiten herum zu bringen, ſo vereinigte er die Kraft ſämmtlicher Scheiben, und ließ ſie alle auf einmal entladen.

Beym Anfange ſeiner Verſuche mit der Leydner Flaſche glaubte er, daß das elektriſche Fluidum insgeſammt in die Subſtanz des mit dem Glaſe in unmittelbarer Berührung ſtehenden unelektriſchen Kör-

pers

pers hinein gedrängt würde; er fand aber nachher, daß die den erſchütternden Schlag hervorbringende Kraft in dem Glaſe ſelbſt und nicht in dem Ueberzuge läge, aus folgender ſinnreichen Zergliederung der Flaſche. Er ſtellte die geladene Flaſche auf Glas; alsdann zog er zuerſt den Kork und den Drath heraus, und fand, daß die Kraft nicht darin läge. Er berührte den äußern Ueberzug mit der einen Hand, und ſteckte den Finger der andern in die Oeffnung der Flaſche; da er dann den Schlag eben ſo ſtark fühlte, als wenn der Kork und Drath darin geweſen wären. Hierauf lud er die Phiole von neuem, und goß das Waſſer heraus in eine leere iſolirte Flaſche, in der Hoffnung, daß, wenn die Kraft in dem Waſſer läge, daſſelbe den Stoß hervorbringen würde; allein er fand, daß es keinen hervorbrachte. Hiernach urtheilte er, daß das elektriſche Feuer entweder beym Abgießen des Waſſers verloren gegangen, oder aber noch in der Flaſche zurückgeblieben ſeyn müßte. Das leztere fand er als richtig. Denn als er die geladene Flaſche mit friſchem Waſſer anfüllte, fühlte er den Stoß, und es war ihm lieb, daß er nunmehr wußte, daß die Kraft, welche denſelben hervorbrachte, in dem Glaſe ſelbſt ſäße.

Franklin machte dieſelben Verſuche mit Glasſcheiben, indem er den Ueberzug nur obenhin darauf brachte und denſelben veränderte, ſo wie er vorher das Waſſer in der Flaſche verändert hatte. Der Erfolg war jedesmal derſelbe. Dieſer Verſuch iſt wichtiger, als der erſtere; indem, wenn gleich das Waſſer ausgegoſſen wird, doch noch ein kleiner Ueberzug von Flüſſigkeit zurück bleibt, den man als die wirkende Urſache des erſchütternden Schlages anſehen kann.

Daß

Daß das elektriſche Feuer wirklich im Glaſe ſich befinde, erhellte noch mehr aus der Betrachtung, daß, wenn Glas vergoldet war, das Entladen deſſelben ein rundes Loch verurſachte, wodurch ein Theil der Vergoldung abgeriſſen ward, welches, nach ſeiner Meynung, einzig und allein durch das aus dem Glaſe durch die Vergoldung gedrungene elektriſche Feuer verurſacht ſeyn konnte. Ferner meldet er, daß, wenn die Vergoldung überdieß mit Terpentin überzogen war, dieſer Firniß, ungeachtet er trocken und hart war, von dem durch denſelben hindurch getriebenen Funken verbrannte, indem er einen ſichtbaren Rauch und einen ſtarken Geruch nachließ. Imgleichen, daß, wenn man einen Funken durch Papier hindurch ſchlagen ließ, daſſelbe von dem Rauche ſchwarz anlief, welcher ſich bisweilen ſogar durch verſchiedene Blätter hindurch zog, und daß ein Theil der abgeſtoßenen Vergoldung in das durch den Schlag verurſachte Loch in dem Papiere mit Gewalt hineingetrieben gefunden wurde. Auch hatte er beobachtet, wenn eine dünne Flaſche durch eine Ladung zerbrach, daß das Glas zu gleicher Zeit nach innen zerbrach, wenn die Verguldung nach außen hin zerriſſen wurde.

Zuletzt entdeckte Franklin, daß verſchiedene Subſtanzen, welche die Elektricität überhaupt abzuleiten geſchickt waren, den Schlag von einer geladenen Phiole nicht leiten wollten. Ein naſſer Bindfaden z. B. will doch bisweilen keinen Schlag fortleiten, ungeachtet derſelbe die Elektricität ſehr gut hindurchläßt. Eine gleiche Beſchaffenheit hatte es auch mit einem Eiskuchen. Trockne Erde, welche in eine Glasröhre zu feſt hineingeſtampft war, leitete einen Schlag

ganz und gar nicht ab, da ſie doch wirklich die Elektricität, wiewohl nur ſehr unvollkommen, ableitete.

Eine Hauptentdeckung des Hrn. Franklin, welche er in Anſehung der Elektricität machte, war die der völligen Aehnlichkeit zwiſchen der Elektricität und dem Blitze. Jedoch finden ſich ſchon vor Franklin einige Bemerkungen verſchiedener Naturforſcher von der Gleichförmigkeit der elektriſchen Kraft und des Blitzes, welche hier angeführt zu werden verdienen. Nach dem Herrn Gray war Deſaguliers der erſte b), welcher etwas ausführlich von dieſem Gegenſtande geſchrieben hat, da, wo er in ſeiner Naturlehre von dem Aufſteigen der Dünſte vermöge der elektriſchen Kraft handelt. Die Luft, ſagt er, iſt für ſich elektriſch, weil ſie den Körpern, die man durch Reiben elektriſirt, die elektriſche Kraft nicht raubt. Sie theilt den durch die Wärme aufgetriebenen Waſſertheilchen ihre Elektricität mit, und treibt ſie ſogleich darauf wieder von ſich. Wie nun dieſe elektriſirten Waſſertheilchen gleichfalls einander unter ſich zurücktreiben, ſo wird die Luft von ihrer innerlichen Feuerkraft ausgebreitet, ſpeciſiſch leichter, und ſteigt ſolchergeſtalt höher auf, wobey ſie alle elektriſche Waſſerdünſte mit ſich in die Höhe führt, die ſich daſelbſt in große elektriſche Wolken ſammlen, welche ihr Waſſer fallen laſſen, ſobald die Luft, in der ſie ſchweben, einige ſchnelle Veränderungen leidet. Die übrigen Ausdünſtungen, welche von Körpern aufſteigen und durch Reiben elektriſch werden, haben ſchon für ſich ſelbſt die elektriſche Kraft, daher ſie auch die Luft auf eben die Art ausbreiten, und höher hinauf geführt werden. Wenn dieſe Ausdünſtungen von ſolchen Kör-

b) Cours de philoſ. exper. T. II. p. 357. 374.

Körpern aufſteigen, die durch Reiben entgegengeſetzte Elektricitäten bekommen, ſo haben auch die daraus entſtehenden Wolken entgegengeſetzte elektriſche Kräfte. Beſteht eine Wolke aus Schwefeldünſten, die andere aus Salpeterdünſten, ſo werden ſich dieſe Wolken gegen einander ziehen, und eine ſtarke Gährung nebſt Bliz und Donner verurſachen.

Nachdem die großen Wirkungen der Leydner Flaſche näher unterſucht wurden, ſo fieng man noch mehr an, den Bliz für eine ähnliche Wirkung mit der Elektricität zu halten. So ſagt der Abt Nollet [c]): ſollte ſich jemand vornehmen, durch eine mit hinlänglichen Erſcheinungen verſehene Vergleichung zu beweiſen, daß der Donner unter den Händen der Natur eben das ſey, was die Elektricität unter den unſrigen iſt, daß dieſe Wunder, womit wir jezt nach unſerm eigenen Gutdünken ſchalten, kleine Nachahmungen von denjenigen ſtarken Wirkungen ſind, die uns ſo ſehr erſchrecken, und daß alles von einerley Mechanismus herrühre: ſollte man ferner zeigen, daß eine durch die Wirkſamkeit der Winde, durch die Hitze, die Vermiſchung der Dünſte u. ſ. w. zubereitete Wolke, wenn ſie einem irdiſchen Objekte gerade entgegen ſteht, eben das ſey, was der elektriſche Körper bey der Gegenwart und einer gewiſſen Annäherung desjenigen iſt, den man noch nicht elektriſirt hat; ſo geſtehe iſt, daß mir dieſer Beweiß, wenn er mit guten Gründen unterſtüzt ſeyn ſollte, ungemein wohl gefallen würde: und wie viele ſcheinbare Beweiſe ſtellen ſich nicht einem Manne dar, der eine

c) Leçons de phyſique Vol. IV. p. 34. Vorleſungen über die Experimentalnaturlehre. Th. IV. Erf. 1751. 8. S. 730 – 732.

ne vollkommene Erfahrung in der Elektricität erlangt hat. Die allgemeine Gegenwart der Elektricität, ihre ſchnelle Wirkung, ihre Brennbarkeit, und ihre Kraft, andere Materien zu entzünden; die Eigenſchaften, welche ſie hat, die Körper äußerlich und innerlich bis auf ihre kleinſten Theile zu erſchüttern; das ganz ſonderbare Beyſpiel, welches wir von dieſer Wirkung an dem leydenſchen Verſuche haben; die Vorſtellung, welche man ſich billig davon machen kann, wenn man dabey einen größern Grad der elektriſchen Kraft vorausſetzt, und noch anders mehr: alle dieſe Stücke der Aehnlichkeit, die ich ſeit einiger Zeit in Ueberlegung gezogen habe, bewogen mich, nach und nach zu glauben, daß man ſich von dem Donner und Blitze, wenn die Elektricität zum Muſter genommen wird, weit richtigere und wahrſcheinlichere Vorſtellungen machen könne, als von allen dem, was man ſich bisher eingebildet hat u. ſ. f. Dieſe Muthmaßung über die Aehnlichkeit des Blitzes mit dem elektriſchen Funken ward im Jahr 1746 von Herrn Winkler in Leipzig zuerſt als eine unläugbare Wahrheit ſehr überzeugend bewieſen. Eine Schrift [d]), worin ſich ein eigenes Kapitel findet: ob Schlag und Funken der verſtärkten Elektricität eine Art des Blitzes und Donners ſind? und worin die Frage bejaht und der einzige Unterſchied in die Stärke geſetzt wird, iſt ein hinreichender Beweis, daß Winkler die Aehnlichkeit des Blitzes mit der Elektricität ausdrücklich angeführt hat. Er ſelbſt führt in einem Programm [e]) an, daß vor ihm noch keiner behauptet habe,

d) Von der Stärke der elektriſchen Kraft des Waſſers in gläſernen Gefäßen. Leipz. 1746. 8.

e) De avertendi fulminis artificio. Lipſ. 1753.

be, daß der Bliß und der elektriſche Funken völlig übereinſtimme. Indeſſen iſt nicht zu läugnen, daß Franklin der erſte war, welcher eine Methode vorſchlug, dieſe Meynung als wahr zu beweiſen, da er, wie ſich Nollet ausdrückt, den kühnen Gedanken verfolgte, den Bliß vom Himmel herabzubringen, indem er glaubte, daß ſpißige eiſerne Stangen, wenn ſie in der Luft zu der Zeit, wenn die Atmoſphäre mit Bliß geladen war, aufgeſteckt würden, die Materie des Donners aus derſelben herabziehen, und ſie ohne Getöſe und Gefahr in den unermeßlichen Körper des Erdbodens entladen würden, woſelbſt ſie gleichſam als verſchlungen zurückbleiben würde.

Um ſeine großen Abſichten auszuführen, ſtellte Franklin zuerſt Verſuche mit ſpißigen Körpern an. Er war der erſte, welcher die vollkommene und wunderbare Wirkung ſpißiger Körper, ſowohl in Herbeylockung, als auch Ableitung des elektriſchen Feuers, wahrnahm.

Es war nur noch ein kleiner Schritt bis zur Entdeckung der Wirkung ſpißiger Körper zu thun, als Carl Auguſt von Bergen[f]), Prof. der Medicin zu Frankfurth an der Oder, bemerkte, daß die mitgetheilte Elektricität deſto ſtärker und empfindlicher ſey, je ebener und polirter die Fläche der Körper iſt. Von Bergen hatte ſich vergebens bemüht, mit einer unpolirten eiſernen Stange die leicht feuerfangenden Spiritus zu zünden; ſobald er aber mit dem bloßen Degen den Verſuch anſtellte, hat er im Augenblicke den Weingeiſt, wenn er auch nicht ſehr rectificirt geweſen war, und andere Spiritus entzünden können.

Jal-

f) Gralath Geſchichte der Elektricität. Abſchn. III. S. 378.

Jallabert war der erſte, welcher bemerkte, daß ein an dem einen Ende ſpitziger und an dem andern Ende runder Körper verſchiedene Erſcheinungen bey einem und demſelben Körper hervorbrachte, nachdem entweder das ſpitzige oder das runde Ende demſelben nahe gehalten ward. Dieſe Wirkung war aber doch, wie Nollet [g]) verſichert, welcher bey dem Verſuche gegenwärtig war, nicht beſtändig; und es ward nichts daraus geſchloſſen. Er geſteht ſelbſt, daß Franklin der erſte geweſen ſey, welcher die Eigenſchaft gezeigt habe, daß ſpitzige Körper die Elektricität weit kräftiger und in größern Entfernungen anzögen, als andere Körper es zu thun vermöchten [h]). Ellicott [i]), welcher Jallaberts Verſuch mit den Spitzen von Nollet erfahren hatte, ſuchte ſchon im Jahr 1747 eine Erklärung davon zu geben. Alles dieß war aber noch ſo unvollkommen, daß es mit Franklin's Entdeckungen hierüber gar nicht in Vergleichung kommen kann.

Franklin giebt als Entdecker der erwähnten Eigenſchaft der Spitzen ſeinen Freund Thomas Hopkinſon an, der eine eiſerne Kugel mit einer daran befeſtigten Nadel — um ſeiner Meynung nach die Elektricität in der Spitze zu concentriren — elektriſirt, aber zu ſeinem Erſtaunen gar keine Elektricität darin gefunden habe. So erzählt er die Sache

g) Lettres ſur l'électricité. Vol. I. Paris 1753. 12. p. 130.

h) Recherches ſur les cauſes partuc. des phénom. électr. Paris 1749. 12. p. 146.

i) Philoſ. Tranſact. Vol. XLV. for 1784. n. 486. p. 210.

che in der neuern Ausgabe ſeiner Verſuche [k]), da er in den ältern [l]) dieſer wunderbaren Kraft der Spitzen in Ableitung und Ausſtrömung der Elektricität bloß als einer gemeinſchaftlichen Entdeckung ſeiner Freunde in Amerika gedacht hatte.

Franklin ſuchte die Wirkung zugeſpitzter Körper dadurch zu erklären, daß er annahm, das Anziehen, wodurch die elektriſche Materie an den Körper gehalten werde, ſey gering, weil die Grundfläche, worauf dieſe Materie auf der Spitze eines elektriſirten Körpers ruhe, gering ſey; und daß aus demſelben Grunde der Widerſtand gegen den Eintritt der elektriſchen Materie verhältnißmäßig an dieſem Orte ſchwächer ſey, als da, wo die Oberfläche breit ſey. Er geſteht aber, daß er mit dieſem Satze nicht völlig zufrieden ſey.

Franklin fängt ſeine Nachricht von der Aehnlichkeit der elektriſchen Flüſſigkeit mit dem Blitze damit an, daß er ſeine Leſer warnt, ſich durch den großen Unterſchied der Wirkungen in Anſehung des Grades nicht irre machen zu laſſen, indem in Anſehung ihrer innern Beſchaffenheit ſelbſt weiter keine Unähnlichkeit ſtatt finde. Es iſt gar kein Wunder, ſagt er, wenn die Wirkungen des einen ſo viel größer ſind, als die Wirkungen des andern. Denn wenn zwey elektriſirte Flintenläufe auf 2 Zoll weit einen Eindruck verurſachen, und einen lauten Knall hervorbringen: wie unendlich weiter müſ-

k) New exper. and obſervat. on electricity. Lond. 1769. 4. p. 5.

l) Franklin's Briefe durch Wilke überſetzt. II. Brief an Collinſon v. 1. Sept. 1747. S. 14.

müſſen nicht hunderttauſend elektriſche Morgen treſſen und ihr Feuer von ſich geben, und wie laut muß nicht der Knall davon ſeyn!

Seine Bemerkungen, die er vom Blitze anführt, ſind folgende:

1. Man ſieht gemeiniglich die Blitze in der Luft krumm herum und wellenförmig laufen. Eine gleiche Bewandtniß hat es allemal, ſagt er, mit dem elektriſchen Funken, wenn derſelbe aus einem irregulairen Körper in einiger Entfernung hervorgelockt wird.

2. Blitze treffen die höchſten und ſpitzigſten Gegenſtände auf ihrem Wege weit eher, als andere, z. B. hohe Hügel und Bäume, Thürme, ſpitzige Säulen, Schiffsmaſte, Spitzen von Bergen u. d. gl. Eben ſo pflegen auch ſpitzige Leiter das elektriſche Fluidum weit geſchwinder in ſich zu nehmen, oder von ſich zu laſſen, als diejenigen, welche ſich in breite Oberflächen endigen.

3. Man bemerkt, daß der Blitz den leichteſten und beſten Leiter ergreift, ein gleiches thut die Elektricität bey der Leydner Flaſche. Aus dieſem Grunde nimmt Franklin an, daß es bey einem Donnerwetter weit ſicherer ſey, naſſe Kleider anzuhaben, als trockene, indem der Blitz alsdann großentheils durch das Waſſer aus dem auswendigen Theile des Leibes nach dem Erdboden zu fortgeführt werde. Man findet, ſagt er, daß wohl eine trockene Ratze durch die Exploſion der elektriſchen Flaſche getödtet werden könne; eine naſſe aber nicht.

4. Der Blitz ſengt eben ſo wie die Elektricität. Franklin verſichert, daß er damit hartes trockenes Harz, unerwärmte Spiritus, und ſogar Holz habe

in Brand bringen können. Er ſagt, daß er Schießpulver bloß dadurch entzündet habe, daß er es in eine Patrone feſt eingeſtampft, in jedes Ende derſelben ſpitzige Drathe hineingeſteckt, dieſe einen halben Zoll weit von einander gebracht, und alsdann einen elektriſchen Schlag durch dieſelben habe hindurch fahren laſſen.

5. Der Bliz bringt bisweilen Metalle zum Schmelzen. Ein gleiches thut die Elektricität. Die Methode, wodurch Franklin die Metalle vermittelſt der Elektricität zum Schmelzen brachte, beſtand darin, daß er dünne Stücke derſelben zwiſchen zwey feſt zuſammen gebundene Glasſcheiben legte, und einen elektriſchen Schlag durch dieſelben hindurch gehen ließ. Bisweilen ward dasjenige Stück Glas, wodurch ſie an einander gehalten wurden, durch die Entladung in Stücke zerſchmettert, und zerfiel in eine Art von grobem Sand, dergleichen ſich einſtmals mit Stücken von einem dicken Spiegel ereignete; blieben ſie aber ganz, ſo ward das Stück Metall an verſchiedenen Orten, wo es zwiſchen denſelben gelegen hatte, vermißt, man fand an deſſen ſtatt einen metalliſchen Fleck an beyden Gläſern, und die Flecke an dem obern und untern Glaſe waren in dem kleinſten Zuge einander völlig gleich.

Ein auf dieſe Art gebrauchtes Stück Goldblättchen, erſchien nicht nur geſchmolzen, ſondern auch ſogar, wie Franklin glaubte, verglaſet, oder ſonſt in die Zwiſchenräume des Glaſes dergeſtalt hineingetrieben, daß es dadurch vor der Wirkung des ſtärkſten Königswaſſers geſchützt war. Bisweilen bemerkte er, daß ſich die metalliſchen Flecke etwas weiter verbreiteten, als die dünnen Stücke Metall ſich er-

ſtreckten. Aechtes Gold verurſachte einen dunklern, etwas rötzlichen, und Silber einen grünlichen Fleck.

Wilſon behauptet, daß bey dieſem Verſuche das Gold nicht in die Zwiſchenräume des Glaſes hineingetrieben, ſondern nur ſo dicht an die Oberfläche des Glaſes gebracht worden ſey, daß es durch eine überaus große Kraft feſt daran gehalten werde; durch eine eben ſolche, als ſich auf der Oberfläche aller Körper, was für welche es auch ſeyn mögen, zeigt.

6. Der Bliß zertrennt einige Körper. Eben dieß thut die Elektricität. Nach Franklin's Bemerkung ſchlägt der elektriſche Funke ein Loch durch ein Buch Papier. Wenn Holz, Steine u. d. gl. durch den Bliß zerſpaltet werden, ſo fahren, wie er anführt, die Splitter von derjenigen Seite zurück, wo ſich der geringſte Widerſtand findet. Eben ſo, ſagt er, wenn durch einen elektriſirten Krug ein Loch durch ein Stück Pappe hindurch geſchlagen wird, wofern ſowohl die eine als die andere Seite der Pappe auf beyden Seiten gleich frey ſind; ſo ſteigt rings um das Loch herum an beyden Seiten der Pappe ein Wulſt in die Höhe; iſt hingegen die eine Seite dicht zuſammengepreßt, ſo daß der Wulſt auf dieſer Seite ſich nicht in die Höhe begeben kann, ſo ſteigt er gänzlich auf der andern Seite in die Höhe, welche Richtung auch übrigens das Fluidum genommen haben mag. Denn der Wulſt um die auswendige Seite des Lochs herum iſt eine Wirkung des Auseinanderfahrens der elektriſchen Materie, die ſich vom Mittelpunkte nach allen Seiten ausbreitet, und keinesweges eine Wirkung der Richtung der Materie.

7. Man weiß, daß Perſonen oft vom Blitze blind geworden ſind; und eine Taube ward nach einem heftigen Schlage, wodurch Franklin dieſelbe tödten wollte, ebenfalls blind.

8. Bey einem von D. Miles[m]) beſchriebenen Donnerwetter zu Stretham riß der Blitz etwas vom Anſtriche einer goldenen gegrabenen Arbeit einer viereckten Leiſte von Tafelwerk herunter, ohne den übrigen Theil des Anſtriches zu beſchädigen. Franklin machte dieß dadurch nach, daß er ein Stückchen Papier über die Vergoldung der Schale eines Buchs klebte, und alsdann einen elektriſchen Schlag hindurch gehen ließ. Das Papier ward von einem Ende bis zum andern abgeriſſen, und zwar mit ſolcher Gewalt, daß es an verſchiedenen Orten durchriß, und an andern Orten gieng ein Theil vom Türkiſchen Leder, worin das Buch gebunden war, mit entzwey. Dieß überzeugte Franklin, daß, wenn es mit einer Farbe überſtrichen worden wäre, dieſer Anſtrich auf eben die Art, wie bey dem Tafelwerke zu Stretham, würde herunter geriſſen worden ſeyn.

9. Der Blitz zerſtört das thieriſche Leben. Durch den elektriſchen Schlag ſind ebenfalls Thiere getödtet worden. Die größten Thiere, welche Franklin und ſeine Freunde zu tödten vermögend geweſen, waren ein Huhn, und eine Indianiſche Henne, welche ungefähr 10 Pfund wog.

10. Magnete verloren entweder durch den Blitz ihre Kraft, oder ihre Pole wurden umgekehrt. Ein gleiches bewerkſtelligte Franklin durch die Elektricität. Oefters machte er die Nadeln durch ſelbige polariſch,

m) Philoſ. Tranſ. N. 488. for 1748. p. 383.

lariſch, und verkehrte die Pole nach Belieben. Ein durch eine feine Nähnadel hindurch gelaſſener Schlag von vier großen Krügen machte dieſelbe polariſch, ſo daß ſie auf Waſſer gelegt hin und wieder fuhr. Das merkwürdigſte bey dieſen Verſuchen mit Magneten war, daß die Nadel, durch welche der elektriſche Schlag gieng, an demjenigen Ende, durch welches der elektriſche Schlag gieng, nach Norden zeigte, wenn ſie nach Weſten und Oſten lag; lag ſie aber nach Norden und Süden, ſo zeigte das Ende, welches nach Norden lag, beſtändig nach Norden, es mochte das Feuer an dieſem oder dem andern Ende hinein gefahren ſeyn. Indeſſen bildete er ſich ein, daß ein ſtärkerer Schlag die Pole auch ſogar in dieſer Lage verkehrt haben würde, welche Wirkung, wie bekannt, durch den Bliß hervorgebracht werde. Auch bemerkte er, daß die Polarität am ſtärkſten war, wenn die Nadel getroffen wurde, indem ſie nach Norden und Süden lag; dagegen am ſchwächſten, wenn ſie nach Oſten und Weſten lag. Er nahm wahr, daß bey dieſen Verſuchen die Nadel in einigen Fällen durch die elektriſche Flamme ſchön blau anlief, gleich einer Uhrfeder; in welchem Falle die beygebrachte Farbe bloß durch einen Schlag von zwey Krügen wieder weggebracht werden konnte; hingegen befeſtigte ein Schlag von vier Krügen dieſelbe noch mehr, und brachte öfters die Nadel zum Schmelzen. Die Krüge, deren ſich Franklin bediente, hielten ſieben bis acht Gallonen, und waren mit Zinnfolie überzogen.

Um die Gleichheit der elektriſchen Materie mit der Materie des Blißes auf die möglichſt-vollſtändigſte Art zu beweiſen, erſand Franklin ein Mittel, die Elektricität wirklich vom Himmel herabzu-

bringen. Dieſes Mittel war ein elektriſcher papierner Drache, welchen er in die Höhe ſteigen ließ, wenn er merkte, daß ein Gewitter in der Atmoſphäre war. Oben auf dieſem Drachen war ein zugeſpitzter Drath befeſtigt, wodurch er den Bliz aus den Wolken herauslockte. Der Bliz fuhr alsdann die hänfene Schnur hinab, und ward von einem an das Ende derſelben befeſtigten Schlüſſel in Empfang genommen. Derjenige Theil der Schnur, welcher in der Hand gehalten ward, war von Seide, damit die Elektricität, wenn ſie an den Schlüſſel käme, aufgehalten würde. Er fand, daß die Schnur auch alsdann, wenn ſie beynahe trocken war, die Elektricität ableitete; war ſie hingegen naß, ſo leitete ſie dieſelbe ganz ungehindert ab, ſo daß, wenn jemand ſeinen Finger nahe am Schlüſſel hielt, daß Feuer in vollem Strome aus demſelben hervorkam.

Bey dieſem Schlüſſel ladete er eine Phiole, zündete alsdann damit Spiritus an, und bewerkſtelligte alle übrige elektriſche Verſuche, welche gemeiniglich vermittelſt einer durch Reiben elektriſch gemachten Kugel oder Röhre geſchehen.

Als Franklin ſeine Methode, die Meynung über die Gleichheit der Elektricität mit der Blizmaterie als wahr zu beweiſen, bekannt gemacht hatte, wartete er auf die Errichtung einer Kirchthurmſpitze in Philadelphia, um ſeine Abſichten ausführen zu können, weil er ſich damals einbildete, daß eine zugeſpitzte Stange von mäßiger Höhe nicht dazu hinreichend wäre, ſondern vielmehr auf den Gedanken kam, daß er einen leichtern und beſſern Zutritt zu den Gegenden der Gewitter mittelſt eines gemeinen papiernen Drachen, als durch irgend eine Art von Thurmſpitze, haben

ben könne. Zu dieſem Ende bereitete er ein großes ſeidenes Schnupftuch und zwey kreuzweis gelegte Stäbchen zu, woran er daſſelbe ausbreitete. Bey dem erſten Donnerwetter begab er ſich auf ein Feld, wo ſich eine bequeme Hütte befand. Nachdem er den Drachen hatte fliegen laſſen, verſtrich eine geraume Zeit, ehe ſich einiger Anſchein, daß derſelbe elektriſch geworden wäre, zeigte. Eine ſehr viel verſprechende Wolke war ohne die geringſte Wirkung über denſelben weg gezogen. Da er endlich, als er an ſeiner Erfindung zu zweifeln anfangen wollte, bemerkte, daß einige loſe Fäden der Schnur gerade in die Höhe ſtanden, und vor einander flohen, eben als wenn ſie an einem gemeinen Leiter gehangen hätten; ſo brachte er nun das Gelenk ſeines Fingers an den Schlüſſel, und nahm einen ſehr deutlichen elektriſchen Funken wahr. Es erfolgten andere, noch ehe die Schnur naß geworden war, und als der Regen die Schnur naß gemacht hatte, ſammlete er das elektriſche Feuer ſehr häufig. Dieß geſchah im Jahr 1752, einen Monat nachher, als die Elektriſirer in Frankreich dieſelbe Theorie als wahr beſtätigt hatten, aber noch vorher, ehe er von demjenigen, was daſelbſt entdeckt worden war, Nachricht erhalten hatte.

Außer dieſem Drachen gebrauchte Franklin nachher auch eine iſolirte eiſerne Stange, um den Blitz in ſein Haus zu leiten, damit er allemal, ſo oft ſich eine beträchtliche Quantität davon in der Atmoſphäre befand, Verſuche anſtellen könnte. Um die geringſte bequeme Gelegenheit hiezu nicht unbenutzt zu laſſen, befeſtigte er an derſelben zwey Glöckchen dergeſtalt, daß ſie ihm durch ihr Geläute die Elektriſirung der Stange ankündigten.

Als Franklin auf dieſe Art im Stande war, den Bliz in ſein Haus zu leiten, ſo konnte er damit Verſuche nach Belieben anſtellen. Da er ſich nun überzeugt hatte, daß der Bliz in aller Rückſicht mit der Elektricität von gleicher Beſchaffenheit wäre, ſo war er auch noch begierig zu wiſſen, ob derſelbe von einer poſitiven oder negativen Art ſey. Das erſte mal, da ihm ein zu dieſer Abſicht angeſtellter Verſuch glückte, am 12. Apr. 1753, zeigte es ſich, daß der Bliz negativ elektriſch ſey. Nachdem er nun den Verſuch zu verſchiedenen malen wiederholte, und ihn nach der Zeit bey mehreren Gelegenheiten, allemal mit gleichem Erfolge, angeſtellt hatte, ſo folgerte er daraus, daß die Wolken allezeit negativ elektriſch wären, und leitete daraus eine Theorie zur Erklärung deſſelben her. Am 6ten Juni aber zeigte ihm doch eine von den Wolken eine poſitive Elektricität, nachdem vorher viele negativ elektriſche Wolken vorüber gegangen waren, worauf er zwar ſeine Lehrmeynung berichtigte, aber doch noch nicht vollkommen im Stande zu ſeyn ſchien, eine andere völlig befriedigende Theorie aufzuſtellen. Bisweilen fand Franklin, daß die Wolken während eines einzigen Gewitters zu verſchiedenen malen von einer poſitiven zu einer negativen Elektricität übergiengen; und einmal bemerkte er, daß die Luft während dem Schneyen ſehr ſtark elektriſirt war.

Der Nutzen, welchen Franklin aus dieſer Entdeckung zog, war dieſer, daß er Gebäude gegen Beſchädigungen vom Blitze in Sicherheit zu ſetzen ſuchte. Dieſe ſeine Abſicht erreichte er dadurch, daß er eine ſpitzige metallene Stange, welche höher als irgend ein Theil des Gebäudes war, gehörig befeſtigte,

und

und mit dem Erdboden, oder noch beſſer mit dem Waſſer in Verbindung brachte. Er war der Meynung, daß ein eiſerner Drath, welcher einen Viertelzoll im Durchmeſſer hat, hinreichend wäre, weit mehr Materie abzuleiten, als jemals in einem einzigen Donnerſchlage wirklich vorhanden iſt. Auch fand er durch einen Verſuch, daß, wenn ein Drath durch die Exploſion zerſchlagen ward, derſelbe dennoch den einen gegenwärtigen Schlag abwendete, und nur erſt bey einem andern unvermögend ward, eben dieſe Wirkung zu thun.

Auch zeigte Franklin noch eine Art, wie die auf Gebäuden aufgerichteten ſpitzigen Stangen oftmals das Einſchlagen des Blitzes abwenden könnten. Ein Auge, ſagt er, das eine ſolche Lage hat, daß es den unterſten und wagrechten Theil einer Wolke ſehen und beobachten kann, wird ſolchen oft ſehr ungleich ſehen. Eine Menge abgeſonderter Stücke, oder kleiner unter einander hangender Wolken, ſcheinen ſie auszumachen, und einige von den niedrigſten Wolken ſind zuweilen nicht ſehr weit von der Erde entfernt. Dieſe verſchiedene, den Stufen einer Treppe ähnliche Theile führen den Donnerſchlag aus der Wolke zu dem Gebäude. Um dieſes durch eine Erfahrung begreiflich zu machen, ſagt er: man nehme zwey oder drey Flöckchen lockere und feine Baumwolle, binde eins davon mit einem dünnen 2 Zoll langen Faden, den man aus eben der Baumwolle mit ſeinen Fingern ſpinnen kann, an den erſten Elektricitätsleiter, und eben auf dieſe Art an das erſte Flöckchen das zweyte, an das zweyte das dritte u. ſ. w. an. Hierauf drehe man die Kugel herum, ſo wird man ſehen, wie die verſchiedenen Flöckchen ſich gegen die Tafel,

ſel, die ſie anzieht, auf eben dieſelbe Art ſenken, wie die kleinſten und unterſten Wolken nach der Erde ziehen. Hält man alsdann einen ſpitzigen Drath unter das unterſte Flöckchen, ſo wird es ſich gegen das zweyte in die Höhe ziehen; das zweyte wird ſich dem dritten nähern, und ſie alle mit einander werden ganz nahe bey dem Elektricitätsleiter zuſammen kommen, und daſelbſt ſo lange bleiben, als die Spitze unter ihnen iſt. Iſt es nun aber, ſetzt er hinzu, mit unſern Wolken nicht eben ſo beſchaffen? Werden alſo die kleinſten von denſelben, deren Gleichgewicht mit der Erde durch die ſpitzige Stange leicht wieder hergeſtellt wird, ſich nicht gegen den dickern Theil der Wolke in die Höhe ziehen, und wird der leere Raum, den ſie laſſen werden, nicht beträchtlich genug ſeyn können, daß die große Wolke an dieſem Orte keinen Donnerſchlag thun kann?

Wilke, in ſeinen Anmerkungen über Franklin's Briefe, ſagt, daß er am 20. Aug. 1758 dieſen Satz als wahr befunden habe, als er eine große gleichſam mit Franzen beſetzte Wolke, ſtark elektriſirt, über einen Wald von hohen Tannenbäumen habe hinweg ziehen ſehen. Die unebenen und herabhangenden Theile der großen Wolke wurden zuerſt niedergezogen, ſtiegen alsdann plötzlich höher, und vereinigten ſich mit der großen Wolke.

Auch war er ein Augenzeuge von zwey Wolken, welche über einander lagen, ſich einander näherten, und in einander blitzten. Der Blitz breitete ſich über alle Theile der ſchwärzern Wolke aus, welche negativ war, und ſich alſobald in Regen aufzulöſen anfieng.

Noch

Noch vor den Verſuchen Franklin's in Nordamerika, den Blitz aus der Luft auf die Erde herabzuleiten, wurden in dem Jahre 1752 in Frankreich dergleichen Verſuche, ohne daß Franklin hievon etwas wußte, mit dem erwünſchten Erfolge angeſtellt. Dalibard und Delor waren die Perſonen, welche ſich zuerſt mit dieſem Gegenſtande beſchäftigten, und eifrige Anhänger von Franklin waren. Jener richtete ſeinen Apparat zu Marly-la-ville, 5 bis 6 franzöſiſche Meilen von Paris, und dieſer in ſeinem eigenen Hauſe, in einer der höchſten Gegenden von Paris, zu. Dalibard's Einrichtung beſtand in einer 40 Fuß langen eiſernen Stange, deren Fuß vor dem Regen geſichert, und welche mit ſeidenen Schnüren an Pfählen, die nicht beregnet werden konnten, befeſtigt war. Durch dieſen Apparat wurde die Elektricität zuerſt vom Himmel herabgebracht. Dalibard war gerade damals nicht gegenwärtig; er hatte aber in ſeiner Abweſenheit die Sorge für ſeine Geräthſchaft einem gemeinen Tiſchler, Namens Coiffier, aufgetragen. Dieſem Manne hatte er allen nöthigen Unterricht ertheilt, ſowohl wie er ſeine Beobachtungen anſtellen, als auch ſich für allen Schaden, den er etwa dabey haben könnte, in Acht nehmen ſollte; vornämlich war ihm ausdrücklich anbefohlen, einige ſeiner Nachbarn herbeyzurufen, und insbeſondere nach dem Pfarrer zu Marly zu ſchicken, ſobald man wahrnehme, daß ein Gewitter aufſteige. Am 10. May 1752 Nachmittags endlich hörte Coiffier einen ziemlich lauten Donnerſchlag. Er eilte ſogleich zu dem Apparat, nahm eine mit einem meſſingenen Drathe verſehene Phiole, hielt das eine Ende des Draths an die Stange, und ſah nicht allein ein helles Fünkchen aus derſelben herausfahren, ſondern hörte

te auch das Schnappen, welches daſſelbe verurſachte. Als er einen zweyten Funken, welcher ſtärker als der erſtere und mit einem weit lautern Kniſtern begleitet war, herausgelockt hatte, rief er ſeine Nachbarn, und ſchickte nach dem Pfarrer. Als dieſer herbey kam, und ſahe, daß es keine Gefahr hatte, nahm er den Drath in ſeine eigene Hand, und lockte verſchiedene ſtarke Funken heraus, welche ganz offenbar von elektriſcher Beſchaffenheit waren. Die Donnerwolke gieng nicht weiter als eine Viertelſtunde über dem höchſten Punkte des Apparats hinweg, und es ward dabey, außer jenem einzelnen Schlag, weiter kein Donner gehört. Sobald der Sturm vorüber war, und aus der Stange keine Funken mehr herauszubringen waren, ſchrieb der Pfarrer an Dalibard dieſe ganze Begebenheit. Er meldete ihm, daß er blaue Funken 1½ Zoll lang, welche ſtark nach Schwefel gerochen, aus der Stange hervorgelockt habe. Er wiederholte den Verſuch wenigſtens ſechsmal innerhalb ohngefähr 4 Minuten in Gegenwart vieler Perſonen. Bey Fortſetzung dieſer Verſuche bekam er einen Schlag an ſeinen Arm, etwas über dem Ellenbogen; jedoch konnte er eigentlich nicht ſagen, ob derſelbe von dem in der Phiole ſteckenden meſſingenen Drathe, oder aber von der eiſernen Stange herkam. Er gab damals auf den Schlag, als er ihn bekam, nicht acht; als aber der Schmerz fortdauerte, entblößte er, als er nach Hauſe gekommen war, ſeinen Arm in Gegenwart des Coiffier, da denn eine Schwiele rings um ſeinen Arm herum wahrgenommen ward, als wenn er mit dem Drathe einen Schlag auf ſeine nackte Haut bekommen hätte; und nachher verſicherten diejenigen Perſonen, welche von demjenigen, was vorgegangen wahr, nichts

wuß-

wußten, einen Schwefelgeruch empfunden zu haben, wenn ſie ſich ihnen genähert hätten.

Coiſſier erzählte Hrn. Dalibard, daß er ungefähr eine Viertelſtunde vor der Ankunft des Pfarrers, in Gegenwart von 5 oder 6 Perſonen, weit ſtärkere Funken herausgelockt habe, als diejenigen waren, deren der Pfarrer Erwähnung gethan.

Der Apparat des Hrn. Delor beſtand aus einer eiſernen Stange, 99 Fuß hoch, woran er 8 Tage nach jenem Verſuche ebenfalls elektriſche Funken beobachtete, obgleich nur eine einzige Wolke über ſelbige hinweg zog und es dabey weder blitzte noch donnerte. Dieſe Verſuche wurden von Delor auf Verlangen des Königs wiederholt, welcher ſie mit dem größten Vergnügen anſah. Durch dieſen Beyfall des Königs wurden der Graf von Buffon, Dalibard und Delor aufgemuntert, die Richtigkeit von Franklin's Lehrmeynung noch mehr zu beſtätigen, und ſeine Gedanken über dieſe Materie zu verfolgen.

Da die Quantität von Elektricität, welche ſie mit dieſer Geräthſchaft aus den Wolken herableiten konnten, bey dieſen erſten Verſuchen nur gering war, ſo brachten ſie noch ein ſogenanntes Magazin von Elektricität an, welches aus verſchiedenen frey ſtehenden iſolirten und mit der ſpitzigen eiſernen Stange communicirenden eiſernen Ruthen beſtand. Dieſes Magazin enthielt weit mehr elektriſche Materie, und gab bey Annäherung des Fingers einen merklichern Funken, als die ſpitzige Stange.

Ein Magazin dieſer Art hatte Mazeas in einem obern Zimmer ſeines Hauſes angelegt, woſelbſt er den Blitz hinein leitete, und zwar vermittelſt einer

aus

aus ſeinem Feuer hervorragenden hölzernen Stange, an deren äußerſten Ende ſich eine mit Harz angefüllte Glasröhre befand, worin eine 12 Fuß lange ſpitzige eiſerne Ruthe geſteckt war. Bey alle dem aber waren die von ihnen dabey gebrauchten elektriſchen Körper, worauf die eiſernen Ruthen ruheten, der freyen Luft allzuſehr ausgeſetzt, und mithin auch dem Naßwerden unterworfen, welches ihre Verſuche ohne Zweifel vernichten mußte.

Die genaueſten Verſuche, welche mit dieſen unvollkommenen Werkzeugen gemacht wurden, waren von le Monnier. Er war überzeugt, daß die hohe Stellung, in welche man die eiſerne Stange gemeiniglich gebracht hatte, zu dieſer Abſicht nicht unumgänglich nothwendig war; denn er bemerkte, daß ein gemeines Sprachrohr, welches etwa 5 bis 6 Fuß vom Erdboden an Seide aufgehängt war, augenſcheinliche Zeichen der Elektricität äußerte. Auch fand er, daß eine Perſon, welche auf Harzkuchen ſtand, und eine ungefähr 18 Fuß lange hölzerne Stange, um welche ein eiſerner Drath gewunden war, in der Hand hielt, beym Gewitter ſo vollkommen elektriſirt ward, daß man aus ihr ſehr lebhafte Funken ziehen konnte, und daß eine andere Perſon, welche mitten in einem Garten auf unelektriſchen Körpern ſtand, und bloß die eine Hand in die Höhe ſtreckte, mit der andern Hand Späne von Holz, welche ihr nahe gehalten wurden, anzog.

Er verſichert alsdann, wenn es zu regnen angefangen, eine ſtetige Verminderung der Elektricität wahrgenommen zu haben, ob es gleich noch ſehr laut donnerte, und wenn gleich der Harzkuchen,

worauf ſein Leiter ruhete, nicht naß war. Er fand aber nachher, daß dieſes nicht durchgängig zutraf.

Einmal beobachtete er, daß, als ſich Regentropfen um den leitenden Drath herum angeſetzt hatten, bloß einige derſelben elektriſch wurden, wie aus der kegelförmigen Figur, welche ſie bekamen, erhellte, da unterdeſſen die übrigen eben ſo rund wie vorher blieben. Auch ward bemerkt, daß die elektriſirten und unelektriſirten Tropfen gemeiniglich abwechſelnd auf einander folgten; bey welcher Gelegenheit ſich le Monnier einer ſonderbaren Erſcheinung wieder erinnerte, welche ſich vor einigen Jahren unweit Frankfurt an der Oder mit fünf Bauern, welche während einem Gewitter durch ein Kornfeld giengen, ereignet hatte, da der Bliß den erſten, dritten und fünften von ihnen tödtete, ohne den zweyten und vierten zu beſchädigen.

In eben dem Jahre 1752 wurden in England von den Herren Canton, Wilſon und Bevis dergleichen Verſuche mit ſehr gutem Erfolge angeſtellt. Canton gebrauchte dabey die Vorſicht, an das untere Ende des ableitenden Draths einen zinnernen Deckel zu befeſtigen, um von der Glasröhre, worin derſelbe ſteckte, den Regen abzuhalten. Auf dieſe Art erhielt er elektriſche Funken in einer Entfernung von einem halben Zoll; jedoch war dieſe Erſcheinung innerhalb zwey Minuten vorüber.

Wilſon nahm am 12. Auguſt verſchiedene elektriſche Funken wahr, und zwar bey einer Geräthſchaft, welche bloß aus einer eiſernen Gardinenſtange beſtand, wovon er das eine Ende in den Hals einer gläſernen Flaſche, welche er in ſeiner Hand hielt, ſteckte,

und das andere in die Luft hinauf in die Höhe richtete.

Um dieſelbe Zeit beobachtete Bevis gleichfalls am 12. Aug. beynahe einerley Erſcheinungen, als Canton vorher bemerkt hatte.

Als Canton nachher ſeine Wahrnehmungen über den Blitz wiederholte, fand er nach ſehr vielen Verſuchen, daß ſich einige Wolken in einem poſitiven und andere in einem negativen elektriſchen Zuſtande befanden, und daß deßwegen die Elektricität ſeines Ableiters in weniger als einer halben Stunde bisweilen 5 bis 6 mal aus dem einen Zuſtand in den andern übergieng.

Dieſe Beobachtung von den entgegengeſetzten Elektricitäten der Gewitterwolken hatte Canton angeſtellt, und die Nachricht davon in England bekannt gemacht, noch ehe man erfahren hatte, daß Franklin eben dieſelbe Entdeckung in Amerika gemacht hatte.

Bey trockener Luft bemerkte Canton, daß die Geräthſchaft noch 10 Minuten bis 1 Viertelſtunde nachher, nachdem die Wolken über den Scheitelpunkt hinweggegangen waren, und bisweilen ſogar, wenn ſie ſich bereits über die Hälfte bis zum Horizonte hin gezogen hatten, beſtändig elektriſch blieb; daß Regen, vornämlich mit großen Tropfen, gemeiniglich das elektriſche Feuer herabbrächte; und er glaubte, daß dieſes beym Hagel zur Sommerszeit allezeit der Fall wäre. Letztere Beobachtung hatte er vorher, ehe er dieſe Abhandlung aufſetzte, gemacht, da ſeine Geräthſchaft beym Falle eines gleich wieder ſchmelzenden Schnees elektriſch geworden war. Dieß geſchah am 12. Nov. 1753, welches, wie er meldet, der 26ſte

Tag

Tag und das 61ſte mal war, daß dieſelbe elektriſch ward, ſeitdem ſie zuerſt errichtet worden war, nämlich um die Mitte des vorigen Maymonats.

Den ganzen Sommer über waren in London nur zwey Gewitter geweſen, und durch das eine war ſeine Geräthſchaft dermaßen ſtark elektriſirt worden, daß das Läuten der Glocken, welche er an ſeiner Geräthſchaft aufgehangen hatte, durch den faſt beſtändigen Strom des dichten elektriſchen Feuers zwiſchen jeder Glocke und der meſſingenen Kugel erſtickt ward.

Bey einer andern Gelegenheit bemerkte er, daß in den folgenden Monaten Januar, Februar und März, ſeine Geräthſchaft nicht weniger als 25 mal, und zwar ſowohl poſitiv als negativ, beym Schnee ſowohl als bey Hagel und Regen elektriſch geworden war; und faſt in einem eben ſo hohen Grade, wenn das Fahrenh. Thermometer zwiſchen 28 und 34 ſtand, als er es jemals im Sommer, bey einem Gewitter ausgenommen, befunden hatte.

Beym Schluſſe ſeiner Abhandlung wirft Canton folgende zwey Fragen auf: 1. theilt plötzlich verdünnte Luft nicht etwa den hindurch ziehenden Wolken und Dünſten elektriſches Feuer mit, und nimmt plötzlich verdichtete Luft nicht etwa dergleichen von ihnen an? 2. Iſt nicht vielleicht der Nordſchein die Strahlen oder der plötzliche Schein des elektriſchen Feuers von poſitiven nach weit entfernten negativen Wolken hin, durch den obern Theil der Atmoſphäre hindurch, wo der wenigſte Widerſtand iſt? [n])

Canton beobachtete nicht nur den verſchiedenen Zuſtand poſitiver und negativer Elektricität in den Ge-

n) Philoſ. Tranſ. Vol. XLVIII. P. I. p. 358.

Gewitterwolken, ſondern merkte auch das Verhältniß an, in welchem der eine gegen den andern eine ziemliche Zeitlang ſtand. In der erſtern Zeit hatte er bemerkt, daß die Wolken 83 mal poſitiv und 101 mal negativ elektriſch geweſen waren. Während dieſer Zeit hatte er genau angemerkt, wie oft ſich die Kräfte verändert hatten, und wie lange die Geräthſchaft elektriſch geblieben war; allein er hatte ganz außer Acht gelaſſen, aufzuſchreiben, wie lange jede Kraft währte. Auf dieſen letzten Umſtand aber gab er nachher, ungefähr zwey Monate lang, nämlich vom 28. Jun. bis zum 23. Aug. 1754 ſorgfältig Acht, und fand, daß die Geräthſchaft 31 mal poſitiv elektriſch geworden war, welches zuſammen 3 Stunden 35 Minuten dauerte; und 45 mal negativ, deren ganze Dauer 10 Secunden 39 Minuten ausmachte. Auch bemerkte er, daß die poſitive Kraft gemeiniglich die ſtärkſte war. Dieſe Nachricht ſchrieb er am 31. Aug. 1754.

Eine von den bekannten Wirkungen des Blitzes und der Elektricität iſt das Schmelzen der Metalle. Anfänglich glaubte man, daß dieſes ein kaltes Schmelzen wäre; dieſe Meynung ward aber ganz deutlich von D. Knight in einer am 22. Nov. 1759 der königl. Societät vorgeleſenen Abhandlung widerlegt. Er bemerkt, daß man vom kalten Schmelzen gemeiniglich zwey Beyſpiele anführe; nämlich das Beyſpiel von einem in ſeiner Scheide geſchmolzenen Degen, und das von dem im Beutel geſchmolzenen Gelde, wobey die Scheide ſowohl als der Beutel unverſehrt geblieben waren.

Man findet, ſagt er, von dieſen beyden Begebenheiten bey ſehr vielen Schriftſtellern Nachricht, ohne daß ſie dieſelben mit ihrem eigenen Zeugniſſe bekräf-

bekräftigt, noch daß ſie für die Wahrheit derſelben Bürgſchaft geleiſtet, oder einige andere begleitende Umſtände beſchrieben hätten. Er hielt es für ſehr möglich, daß der Bliß ſolche Wirkungen hervorbringen könne, ohne daß man nöthig habe, deßhalb zu einem kalten Schmelzen ſeine Zuflucht zu nehmen. Er bemerkt, daß ſowohl Metalle, als andere Körper, verhältnißmäßig geſchwinder heiß und wieder kalt werden, je dünner dieſelben ſind. Ganz dünner Drath werde in der Flamme eines gemeinen Lichts glühend, ſchmelze ſogar, und zerfließe zu einem runden Kügelchen, ungeachtet derſelbe, ſobald man ihn aus der Flamme herausnehme, ſogleich wieder kalt werde. Er ſchließt demnach hieraus, daß die Scheide eines Degens, oder auch deſſen Oberfläche, durch den Bliß augenblicklich ſchmelzen könne, und wenn er an den übrigen Theil der Klinge, welcher kalt ſeyn könne, ſtreife, ſo laſſe er ſeine Hitze zu geſchwind fahren, als daß er das geringſte Brandmal hervorzubringen im Stande ſey.

In dieſer ſeiner Meynung ward er durch Unterſuchung einiger Theilchen eines durch den Bliß geſchmolzenen Drathes, welche ihm Mountaine zugeſchickt hatte, beſtärkt. Unter denſelben befanden ſich Kügelchen von mancherley Größe, welche ſehr verſchiedene Grade des Schmelzens ausgeſtanden hatten. Die größten darunter waren nicht flüſſig genug geweſen, um eine runde Form annehmen zu können; allein ſie kamen derſelben um ſo viel näher, je kleiner ſie waren, ſo daß die kleinſten Körnchen am vollkommenſten geſchmolzen waren, indem die Kügelchen ganz rund und glatt ausſahen. In Anſehung der Größe fand man ſie immer kleiner, bis man ſie

endlich mit bloßen Augen nicht mehr erkennen konnte; und einige derſelben, wenn man ſie unter ein Mikroſkop brachte, erforderten eine dritte oder vierte Vergrößerungslinſe, wenn man ſie deutlich ſehen wollte.

Einige der Stückchen Drath waren rauh und ſchülfrig, wie verbranntes Eiſen, und an den Stellen, wo ſie zu ſchmelzen angefangen hatten, aufgeſchwollen. Andere waren gleich und von einerley Dicke geblieben; ihre auswendige Oberfläche ſchien ein vollkommenes Schmelzen ausgehalten zu haben, ſo daß daſelbſt zwey oder mehrere Stücke feſt an einander ſaßen, als wenn ſie ſauber an einander gelöthet wären.

Es finden ſich, ſagt Knight, in den philoſoph. Tranſactionen zwey oder drey Berichte, welche, dem erſten Anſcheine nach, für ein kaltes Schmelzen zu ſeyn ſcheinen; wenn man ſie aber gehörig erwägt, nichts Gewiſſes erweiſen o).

Daß aber wirklich dergleichen kaltes Schmelzen weder bey der Elektricität noch bey dem Blitze vorgehe, ward am deutlichſten vom Herrn Kinnersley, in einem aus Philadelphia unterm 12. März 1761 an Franklin abgeſendeten Schreiben, erweislich gemacht.

Er hieng ein ungefähr 24 Zoll langes Stück dünnen meſſingenen Drath, mit einem Pfundgewichte am untern Ende, auf, ließ die Ladung eines Flaſchenfutters, welches über 30 Fuß belegtes Glas enthielt, hindurch fahren, und entdeckte, wie er es nennt, eine neue Methode des Drathziehens. Der Drath ward glühend, die ganze Länge wohl gebrannt, und über einen Zoll länger, als zuvor. Eine zweyte Ladung brach-

o) Philoſ. Tranſ. Vol. LI. P. I. p. 294.

brachte ihn dermaßen zum Schmelzen, daß er nahe an der Mitte aus einander gieng und, wenn die Enden wieder an einander gelegt wurden, 4 Zoll länger als zuvor befunden ward.

Dieſen Verſuch hatte ihm Franklin vorgeſchlagen, um dadurch zu erforſchen, ob die Elektricität beym Hindurchfahren durch den Drath den Zuſammenhang der Theile deſſelben dermaßen verminderе, daß das angehängte Gewicht denſelben von einander reißen könnte; keiner von beyden hatte aber die geringſte Vermuthung, daß irgend eine Hitze hervorgebracht würde.

Um gewiß überzeugt zu ſeyn, daß der Drath nicht nur heiß, ſondern auch glühend wäre, wiederholte er den Verſuch an einem andern Stücke eben dergleichen Drathes, welches von einem Gänſekiel, den er mit lockern Schießpulverkörnern angefüllt hatte, umgeben war, die ſogleich, als ſie mit einem glühenden eiſernen Stabe berührt wurden, Feuer fiengen. Auch Zunder, welcher an ein anderes Stück Drath gebunden war, ſetzte er dadurch in Brand. Stellte er hingegen den Verſuch mit einem Drathe, welcher zweymal ſo dick war, an, ſo war er dergleichen Wirkungen hervorzubringen nicht vermögend.

Man erſieht hieraus, ſagt er, daß das elektriſche Feuer, ungeachtet ſelbiges, wenn es in einem Zuſtande der Ruhe iſt, keine merkliche Hitze an ſich hat, durch ſeine heftige Bewegung und den Widerſtand, welchen es antrifft, in andern Körpern, wenn es durch ſie hindurchfährt, wofern ſie nur klein genug ſind, Hitze hervorbringe. Durch einen ſtarken Drath kann eine große Quantität hindurch gehen, ohne ei

nige merkliche Hitze hervorzubringen; geht hingegen dieſelbe Quantität durch einen ſehr dünnen hindurch, wo der Durchgang enge iſt, ſo machen die Theilchen, indem ſie ſich dichter an einander drängen und einen größern Widerſtand antreffen, denſelben glühend, und bringen ihn ſogar zum Schmelzen.

Hieraus zieht er nun den Schluß, daß der Blitz die Metalle keinesweges, wie er und Franklin vorher angenommen hatten, kalt ſchmelze, ſondern daß derſelbe, wenn er durch eine Degenklinge hindurch gieng, wofern die Quantität nicht ſehr groß war, die Spitze dermaßen erhitzen konnte, daß ſie ſchmolz, unterdeſſen der breiteſte und dickſte Theil nicht merklich wärmer ward, als zuvor.

Wenn Bäume und Häuſer durch die ungeheure Menge elektriſcher Materie, welche aus einer Wolke, oder bisweilen aus der Erde herausfährt, in Brand geſetzt werden, muß nicht, frägt er, die Hitze, wodurch das Holz zuerſt angezündet worden, durch des Blitzes heftige Bewegung durch die widerſtehende brennbare Materie hindurch erzeugt worden ſeyn?

Wenn der Blitz durch ſeine ſchnelle Bewegung bey ſich ſelbſt ſowohl, als auch bey andern Körpern, Hitze hervorbringt; ſo läßt es ſich, ſagt Kinnersley, leicht erklären, wenn er bisweilen die Haare der durch ihn getödteten Thiere verſenge; geſchieht ſolches aber nicht allemal, ſo liegt der Grund darin, daß die Quantität, ob ſie gleich ein großes Thier zu tödten hinreichend iſt, doch nicht groß genug iſt, oder nicht genug Widerſtand angetroffen hat, um durch ihre Bewegung glühend heiß werden zu können.

Man bemerkt, fährt er fort, daß Wohnhäuſer, wo der Blitz eingeſchlagen hat, ſelten dadurch in Brand

geſetzt

geſetzt werden; daß hingegen, wenn er durch Scheuren, worin ſich Heu oder Stroh befindet, oder durch Magazine, welche eine Menge Hanf oder andere ähnliche Materien enthalten, fährt, dergleichen Gebäude nie, oder doch nur ſelten von dem Brande verſchont bleiben. Dieß rührt ſeiner Meynung nach von ſolchen entzündbaren Materien her, welche bey einem geringern Grade von Hitze, als zur Entzündung des Holzes erfordert wird, ſich zu entzünden geſchickt ſind [p]).

Da dieſe Entdeckung über die Gleichheit der Materie des Blitzes mit der elektriſchen viel Aufſehen machte, ſo bemühte man ſich, auch in andern Ländern Verſuche dieſer Art anzuſtellen. Vorzüglich zeichnen ſich die vielen und mancherley Verſuche des Hrn. Beccaria [q]) zu Turin aus. Dieſer bediente ſich ſowohl papierner Drachen, als auch ſpitziger Stangen, und zwar auf eine ſehr mannichfaltige Art, zu gleicher Zeit, und an verſchiedenen Orten. In einigen Stricken ſeiner papiernen Drachen befanden ſich inwendig Drathe, in andern hingegen keine. Einige flogen ungemein hoch, andere nur niedrig. Er hatte ſehr viel Gehülfen um ſich, welche, ſeinen verlangten Abſichten gemäß, die Beſchaffenheit, die Zeit und den Grad der Stärke der Erſcheinungen aufzeichnen mußten.

Um ſeine papiernen Drachen beſtändig freyſchwebend und mehr oder weniger ſtraff zu erhalten, ſo wie auch zu verſchiedenen andern Abſichten, hatte er die Stricke auf einen Haſpel gewunden, welcher auf glä-

p) Philoſ. Tranſ. Vol. LIII. p. 92.

q) Lettere dell' elettriciſmo. p. 112.

gläſernen Pfeilern ruhte; und ſein Leiter hatte eine Verbindung mit der Axe des Haſpels.

Um den poſitiven und negativen Zuſtand der Wolken, wenn die Elektricität ſtark war, mit mehrerer Gewißheit, und zugleich mit mehrerer Sicherheit zu unterſcheiden, als es geſchehen konnte, wenn er eine durch Reiben elektriſch gemachte Stange Glas oder Siegellack an die von ſeinem Leiter aus einander fahrenden Fäden hielt, ſteckte er einen zugeſpitzten Drath, und gegen über ein plattes Stück Bley, in ein cylindriſches gläſernes Gefäß, welches in Pappe eingewickelt war, ſo daß das Inwendige keine Verbindungen mit dem auswendigen Lichte haben konnte. In dieſen Ueberzug, und der Spitze des Draths gegen über, ſteckte er eine ſehr lange Röhre von Pappe, durch welche er in einer ziemlich langen Entfernung hindurchſchauen, und die Geſtalt des elektriſchen Lichts an dem Ende des Draths wahrnehmen konnte, welches die ſicherſte Anzeige von deſſen Beſchaffenheit war.

Aus des Hrn. Beccaria ſehr genauen und umſtändlichen Erzählung der äußern Erſcheinungen der Gewitterwolken, welche er ſeinen Beobachtungen über deren wahrſcheinliche Urſachen voranſchickt, ſind die merkwürdigſten Umſtände bey dem gewöhnlichen Vorgange eines Gewitters folgende.

Die erſte Erſcheinung bey einem Gewitter iſt eine dicke Wolke, oder auch mehrere, welche ſehr geſchwind an Größe zunimmt, und in die höhern Gegenden der Luft ſich hinauf zieht. Die untere Fläche iſt ſchwarz, und beynahe eben; die obere hingegen völlig gewölbt und wohl beſchränkt. Oft ſieht man

verſchiedene ſolcher Wolken über einander gethürmt, und alle auf einerley Art gewölbt; ſie halten aber beſtändig an einander, und bleiben geſchwollen mit ausgeſpannten Bogen.

Zur Zeit des Aufſteigens dieſer Wolke iſt die Atmoſphäre gemeiniglich mit ſehr vielen abgeſonderten Wolken, ohne Bewegung und von ſonderbaren und ſeltſamen Geſtalten, bezogen. Alle dieſe ziehen ſich bey Erſcheinung der Gewitterwolke nach derſelben hin, und werden, je näher ſie ihr kommen, in ihren Geſtalten gleichförmiger, bis ſie endlich, wenn ſie der Gewitterwolke ganz nahe gekommen ſind, ihre Theile wechſelſeitig gegen einander ſtrecken, worauf ſie ſich mit einander vereinigen, und zuſammen eine gleichförmige Maſſe ausmachen. Letztere nennt er fremde Wolken, weil ſie zur Vergrößerung der Gewitterwolke mit hinzu kommen. Bisweilen aber ſchwillt die Donnerwolke an, und nimmt ſehr geſchwind zu, ohne Vereinigung mit einer von den fremden Wolken, indem die Dünſte in der Atmoſphäre ſelbſt, überall wo ſie durchziehen, in Wolken zuſammen treten. Einige der fremden Wolken ſehen an den äußerſten Rändern der Gewitterwolke, oder unter dem Körper derſelben, wie weiße Franzen aus; ſie werden aber, je näher ſie kommen, um ſich mit derſelben zu vereinigen, immer dunkler und dunkler.

Wenn die Gewitterwolke zu einer beträchtlichen Größe angewachſen iſt, ſo erſcheint ihre untere Fläche öfters uneben, indem ſich beſondere Theile nach der Erde zu herabziehen, jedoch ſo, daß ſie mit dem übrigen Theile noch zuſammenhangen. Bisweilen ſchwillt die untere Fläche in mancherley anſehnliche Hervorragungen auf, welche gleichförmig nach der Erde zu gekehrt

kehrt ſind. Mannichmal neigt ſich eine ganze Seite der Wolke nach der Erde zu, und das äußerſte Ende derſelben berührt beynahe die Erde. Befindet ſich das Auge unter der Gewitterwolke, nachdem dieſelbe angewachſen und wohlgeſtaltet geworden iſt, ſo bemerkt man, daß ſie ſich ſenkt und ungemein dunkel wird, und man ſieht zugleich eine Menge kleiner fremder Wolken in einer ſchnellen Bewegung nach ſehr ungewiſſen Richtungen unter jener ſich herumtreiben. Unterdeſſen da dieſe Wolken in den ſchnellſten Bewegungen ſich befinden, pflegt es insgemein ſehr ſtark zu regnen, und iſt die Bewegung über die Maaßen heftig, ſo pflegt es gemeiniglich zu hageln.

Während der Zeit, da die Gewitterwolke anſchwillt und ihre Zweige über eine große Strecke der Gegend verbreitet, ſieht man den Bliz von dem einen Theile derſelben nach dem andern fahren, und öfters ihre ganze Maſſe erleuchten. Hat ſich die Wolke hinlänglich ausgebreitet, ſo ſtreicht der Bliz zwiſchen der Wolke und der Erde an zwey entgegengeſezten Orten, ſo daß der Strich durch den ganzen Körper der Wolke und deren Zweige hindurchgeht. Je länger dieſes Blizen anhält, deſto dünner wird die Wolke, und deſto mehr verliert ſie ihre Dunkelheit, bis ſie ſich endlich an verſchiedenen Orten bricht, und einen klaren Himmel ſehen läßt. Hat ſich auf ſolche Art die Gewitterwolke verloren, ſo breiten ſich diejenigen Theile, welche die obern Gegenden der Atmoſphäre einnehmen, gleichförmig aus einander und werden ganz dünn, die zunächſt darunter befindlichen ſind ſchwarz, aber ebenfalls dünn, und verſchwinden endlich nach und nach, ohne durch einen Wind aus einander getrieben worden zu ſeyn.

Was ſeinen Apparat im Hauſe betrifft, ſo ward dieſer bey jeder Annäherung einer Gewitterwolke, oder einiger ihrer Zweige, allemal elektriſch, und der aus demſelben herausfahrende Feuerſtrom hielt gemeiniglich ſo lange an, als jene gerade über dem Apparat ſtand.

Daß Gewitterwolken bisweilen poſitiv und bisweilen negativ elektriſch ſind, hatte **Beccaria** bereits vorher entdeckt, ehe er von demjenigen gehört hatte, was dießfalls von D. **Franklin**, oder ſonſt einem andern, beobachtet worden war. Eine und dieſelbe Wolke machte, indem ſie über ſeinen Apparat hinwegzog, denſelben zuweilen poſitiv und zuweilen negativ elektriſch. Die Elektricität von einerley Art hielt länger an, wenn die Gewitterwolke einfach und gleichförmig in ihrer Richtung war; veränderte aber der Bliß ſeinen Ort, ſo ereignete ſich gemeiniglich auch eine Veränderung in der Elektricität ſeines Apparats. Nach einem ſehr ſtarken Blißſtrahle veränderte ſich dieſelbe plötzlich; hingegen erfolgte die Veränderung allmählig, wenn der Bliß mäßig war, und die Gewitterwolke langſam fortzog.

Aus ſeinen Beobachtungen des Blitzes außerhalb, und ſeines Apparats innerhalb des Hauſes folgte, daß die Quantität der elektriſchen Materie bey einem gemeinen Gewitter faſt unbegreiflich groß ſey; wenn man erwägt, wie viel von ſpitzigen Körpern, z. B. von Bäumen, Thurmſpitzen u. d. gl. beſtändig herabgezogen wird, und welche große Menge zu wiederholten malen nach oder von der Erde entladen wird.

Nachdem er erwägt hatte, welche ungeheure Menge elektriſcher Materie ſelbſt bey den ſchwäch-

ſten

ſten Gewittern ſich zeigt, hält er es für unmöglich, daß eine oder mehrere Wolken dieſelbe jemals ſämmtlich enthalten ſollten, ſondern daß ſie dieſelbe entweder entladen, oder annehmen; da überdem während dem Fortgange und der Zunahme des Gewitters, ungeachtet der Blitz zum öftern nach der Erde fährt, eben dieſelben Wolken in dem nächſten Augenblicke eine noch ſtärkere Entladung zu verurſachen bereit waren, und ſein Apparat noch immer eben ſo ſtark, wie jemals, elektriſch ward, ſo glaubte er, daß die Wolken an einem Orte, wo eine Entladung aus denſelben in eine andere geſchah, in demſelben Augenblicke neue elektriſche Materie angenommen haben. In verſchiedenen Fällen veränderte ſich die Elektricität ſeines Apparats, und mithin auch der Wolken, aus der einen Art in die andere zu verſchiedenen malen; eine Wirkung, welche ſich unmöglich durch irgend eine einfache Entladung oder Wiedererſetzung erklären läßt. Beydes muß nothwendig in einer ſehr geſchwinden Folge auf einander ſtatt geſunden haben.

Der weite Umfang der Wolken hebt dieſe Schwierigkeit im geringſten nicht; denn es möge derſelbe ſo groß ſeyn, wie er will, ſo muß doch die Quantität bey jeder Entladung nothwendig vermindert werden, und überdieß ſtehen die Spitzen, wodurch die ſtillen oder unmerklichen Entladungen geſchehen, mit dem Umfange der Wolken im Verhältniſſe. Eben ſo wenig wird die Schwierigkeit dadurch gehoben, wenn man annimmt, daß friſche Wolken den Abgang durch Herbeyführung neuen Vorrathes wieder erſetzen; denn außerdem, daß die Wolken zum Hauptgewitter nicht eher reif ſind, bis ſämmtliche Wolken weit und breit umher ſich wirklich mit einander vereinigt haben

ben und eine gleichförmige Maſſe ausmachen, ſo ſteht dieſer neue Vorrath gegen die Entladung in gar keinem Verhältniſſe, und es mag derſelbe auch noch ſo groß ſeyn, ſo wird er doch gar bald erſchöpft.

Daher kann es wohl nicht anders zugehen, als daß die elektriſche Materie beſtändig aus einem gewiſſen Orte der Wolken fährt, und zugleich an einem andern Orte aus der Erde entladen wird. Aus allen dieſem folgt, daß die Wolken nothwendig zu Leitern dienen müſſen, das elektriſche Fluidum von denjenigen Orten der Erde, welche damit überladen ſind, nach den davon erſchöpften zu leiten.

Um die Richtigkeit dieſes Satzes auf die vollſtändigſte Art darzuthun, ſchlägt er vor, zwey Beobachtungsorte, ohngefähr 2 franzöſiſche Meilen von einander, in dem Striche, den die Gewitterwolken gemeiniglich nehmen, zu wählen, und zu unterſuchen, ob die Apparate nicht öfters an dem einen Orte poſitiv elektriſch ſeyen, wenn ſie an dem andern Orte negativ ſind.

Daß bisweilen eine große Menge elektriſcher Materie aus gewiſſen Orten der Erde hervordringe, und durch die Luft hindurch in die höhern Gegenden der Atmoſphäre hinaufſteige, erhellt ſeiner Meynung nach aus den großen Quantitäten Sand, Aſche, und andern leichten Subſtanzen, welche öfters in die Luft hinauf geführt und über einen großen Strich Landes gleichförmig zerſtreut worden ſind. Es kann von dieſer Erſcheinung keine andere bekannte wirkende Urſache angegeben werden, als der Wind; man hat aber dergleichen auch alsdann, wenn gar kein Wind gewehet hatte, beobachtet, und die leichten Körper

ſind

ſind ſogar gegen den Wind geführt worden. Er nimmt daher an, daß dergleichen leichte Körper durch eine ſtarke Quantität elektriſcher Materie in die Höhe geführt werden, welche aus der Erde an den damit überladenen Orten hinausfährt, und jede Subſtanz, welche ihr auf ihrem Wege zum Leiter dienen kann, anzieht und mit ſich nimmt. Alle dieſe Körper, welche eine gleiche Quantität elektriſcher Flüſſigkeit beſitzen, werden auf eine gleichförmige Art in der Luft zerſtreut, und folglich auch über denjenigen Theil der Erde, woſelbſt es an dieſer Flüſſigkeit mangelt, und wohin ſie leiten. Wären dieſe Körper durch den Wind in die Höhe geführt worden, ſo würden ſie unordentlich durch einander und in Haufen zerſtreut worden ſeyn.

Dieſe ziemlich ſeltene Erſcheinung ſtellt ſeiner Meynung nach ſowohl ein vollkommenes Bild, als auch einen vollſtändigen Beweis der Art und Weiſe dar, wie die Dünſte der Atmoſphäre in die Höhe ſteigen und Gewitterwolken ausmachen. Dieſelbe elektriſche Materie zieht überall, wo ſie ſich hinbegiebt, die in der Atmoſphäre zerſtreueten wäſſerichten Theile an ſich, und bringt ſie in die höhern Luftgegenden hinauf. Die elektriſche Materie ſteigt in die höhern Gegenden der Atmoſphäre, wozu ſie noch dadurch angelockt wird, daß ſie daſelbſt weniger Widerſtand, als in der gemeinen Erdmaſſe antrifft; ſie iſt zu ſolchen Zeiten gemeiniglich überaus trocken, und mithin höchſt elektriſch. Die Gleichförmigkeit, mit welcher ſich die Gewitterwolken ausbreiten, und in Bogen aufſchwellen, muß theils daher rühren, daß eine gewiſſe Urſache auf ſie wirkt, welche, gleich der elektriſchen Materie, überall, wo ſie wirkt, ſich gleich-

gleichförmig vertheilt; theils von dem Widerſtande, welchen ſie beym Heraufſteigen durch die Luft antreffen. Zum Beweiſe deſſelben verbreitet ſich der von einer elektriſirten Dampfkugel aufſteigende Dampf mit eben ſolcher Gleichförmigkeit und in eben dergleichen Bogen, und ſtreckt ſich nach jeder leitenden Subſtanz aus.

Eben die Urſache, welche zuerſt eine Wolke aus den in der Atmoſphäre zerſtreueten Dünſten in die Höhe hob, zieht auch diejenigen, welche bereits erzeugt ſind, herbey, und bringt immer neue hervor, bis die ganze geſammlete Maſſe ſich ſo weit ausbreitet, daß ſie einen Theil der Erde, wo es an der elektriſchen Flüſſigkeit mangelt, erreicht. Auch da werden dieſe mit Elektricität angefüllte Wolken angezogen, und die elektriſche Materie entladet ſich daſelbſt auf die Erde. Da ſich auf ſolche Art eine Verbindung findet, ſo ſteigt ein neuer Vorrath elektriſcher Materie von dem überladenen Theile in die Höhe, und wird beſtändig durch das Mittel der Wolken geleitet, ſo lange bis das Gleichgewicht der Flüſſigkeit zwiſchen den beyden Orten der Erde wieder hergeſtellt iſt. Wenn die Wolken bey ihrem Durchgange durch diejenigen Theile der Erde, wo ſich ein Mangel der Flüſſigkeit findet, angezogen werden, ſo kommen jene abgeſonderte Stücke, imgleichen jene davon abhangende gleichförmige Hervorragungen zum Vorſchein, welche in einigen Fällen die Urſache der ſogenannten Tromben und Sturmwinde ſind.

Daß die elektriſche Materie, welche die Gewitterwolken darſtellt und belebt, aus Orten weit unter der Oberfläche der Erde hervordringe und ſich hineinbegebe, werde durch die tiefen Löcher, welche durch den

Blitz an verſchiedenen Orten hervorgebracht worden ſind, wahrſcheinlich. Auch habe man Blitze aus unterirdiſchen Höhlen und Brunnen herausfahren geſehen. Manche Gewitter waren mit großen Ueberſchwemmungen begleitet, welche nicht durch Regen verurſacht worden waren, ſondern durch Ergießungen des Waſſers aus dem Innerſten der Erde, woraus es durch eine gewiſſe innere Erſchütterung hervorgetrieben worden ſeyn muß. Auch hat man bemerkt, daß tiefe Brunnen bey Gewittern geſchwinder angefüllt, und andere bey Annäherung eines Gewitters beſtändig trübe geworden ſind.

Dieſe wirkliche Entſtehung ſowohl, als der ganze Vorgang der Gewitterwolken, iſt auf eine gewiſſe Art ſichtbar geweſen. Man hat öfters Ausdünſtungen aus beſondern Höhlen mit einem Getöſe herausfahren und in die höhern Luftgegenden hinaufſteigen geſehen, mit allen oberwähnten Erſcheinungen der Gewitter. Dieſe Umſtände beſchrieben Perſonen, welche lange vorher gelebt haben, ehe man auf die Vermuthung einer Aehnlichkeit zwiſchen der Elektricität und dem Blitze gefallen war.

Die größte Schwierigkeit bey dieſer Theorie des Urſprungs der Gewitter betrifft die Anſammlung und Iſolirung der elektriſchen Materie in dem Erdkörper. In Anſehung jener weiß Beccaria nichts Beſonderes zu ſagen. Gewiſſe Operationen in der Natur ſind unſtreitig mit einem Verluſte des Gleichgewichts der elektriſchen Flüſſigkeit begleitet; es hat aber bisher noch niemand eine wahrſcheinlichere Urſache von dem Ueberfluſſe der elektriſchen Materie, dergleichen ſich wirklich zum öftern in den Wolken findet, angegeben, als welche wir für möglich annehmen: daß

ſie

ſie in dem Innerſten der Erde ſtatt finde. Und wenn man den Verluſt des Gleichgewichts als möglich annimmt, ſo kann eben dieſelbe Urſache, welche die Wirkung hervorbringt, auch die Wiederherſtellung derſelben verhindern, ſo daß, da ſie nicht vermögend iſt, mit Gewalt einen, wenigſtens hinlänglich leichten, Weg durch den Erdkörper hindurch zu nehmen, ſie ſich in die höhern Luftgegenden, als wo ſie den bequemſten Ausgang findet, hinauf begiebt. Aus ſeinem elektriſchen Apparate, ungeachtet derſelbe mit der Erde verbunden war, konnte er bey ſtarken Gewittern oft ganz augenſcheinliche Funken mit ſeinem Finger herauslocken.

Bey Erzählung der Wirkungen der Gewitter bemerkt er, daß allemal ein Wind von dem Orte, wo die Gewitterwolke herkommt, blaſe; daß dieſes mit den Beobachtungen aller Seefahrer übereinſtimme, und daß der Wind, nach dem verhältnißmäßigen plötzlichen Erſcheinen der Gewitterwolke, der Schnelligkeit ihrer Ausbreitung, und der Geſchwindigkeit, mit welcher ſich die fremden Wolken damit vereinigen, mehr oder weniger heftig ſey. Die ſchnelle Verdichtung einer ſo erſtaunlichen Menge von Dünſten muß nothwendig die Luft von ihrer Stelle jagen, und ſie auf allen Seiten zurücktreiben.

Er ahmte ſogar dieſe Wirkung des Gewitters gewiſſer Maaßen nach, wenigſtens brachte er eine circulirende Bewegung der Luft in ſeinem Zimmer vermittelſt des fortgeſetzten Elektriſirens ſeiner Kette hervor.

Unter andern Wirkungen des Blitzes gedenkt er des Vorfalles eines Mannes, welcher, als er von einem Gewitter erſchlagen wurde, überaus ſteif ge-

worden war. Der merkwürdigſte Umſtand bey dieſem Vorfalle aber war, daß der Bliz eine beſondere Ader nahe an ſeinem Halſe getroffen hatte, und derſelben, ihre kleinſten Zweigabtheilungen hindurch, nachgegangen war, ſo daß ihre Figur durch die Haut hindurch zu ſehen war, feiner als man es mit irgend einem Pinſel hätte mahlen können.

Er warnt Perſonen, ſich nicht auf die Nachbarſchaft eines höhern oder in allen Fällen beſſern Leiters, als ihr eigener Körper iſt, zu verlaſſen; weil ſeinen wiederholten Beobachtungen zu Folge der Bliz keinesweges in einem unzertheilten Wege herabfährt, ſondern daß Körper mancherley Art, nach dem Verhältniſſe ihrer Quantität und ableitenden Kraft, ihren Antheil davon leiten.

Eine Menge Beobachtungen, das Herabfahren des Blizes betreffend, beſtätigt ſeine Theorie über die Art des Hinauffahrens deſſelben; denn in verſchiedenen Fällen wirft er vorher die Theile der ableitenden Körper aus einander, und vertheilt ſie längſt der widerſtehenden Zwiſchenmaterie, durch welche er ſich ſeinen Weg mit Gewalt bahnen muß.

Nach demſelben Grundſatze ſcheinen die längſten Blizſtrahlen dadurch zu entſtehen, daß der Bliz unterwegs einen Theil der Dünſte in der Luft mit ſich hinauf nimmt. Eine der Haupturſachen, warum die Blize ein ſo langes Getöſe machen, iſt dieſe, daß ſie durch die große Länge eines leeren Raums, welcher von dem Durchgange der elektriſchen Materie entſteht, verurſacht werden. Denn ungeachtet die Luft in demſelben Augenblicke, nachdem der Bliz hindurch gefahren iſt, wieder zuſammen geht, und die zitternde

de Bewegung in eben demſelben Augenblicke die ganze Länge des Weges hindurch ihren Anfang nimmt; ſo erreichen doch die an dem nähern Ende des Weges erregten zitternden Bewegungen das Ohr einer Perſon weit eher, als die an dem entferntern Ende hervorgebrachten, und der Schall währt ſo lange, bis alle zitternde Bewegungen nach und nach zu dem Ohre dieſer Perſon gelangt ſind.

Hiebey iſt zugleich ein artiger Verſuch und eine Beobachtung des Herrn Lullin r) zu bemerken, welche die Entſtehung der Elektricität in den Wolken betrifft. Er ließ eine lange iſolirte Stange an der Seite eines der Alpengebirge hervorragen, und bemerkte am 29. Jun. 1766., daß, wenn kleine Wolken von Dünſten, welche durch die Sonnenhitze in die Höhe gezogen waren, ſich nahe an dem Fuße des Gebirges erhoben und längſt der Seite deſſelben in die Höhe ſtiegen, die Stange elektriſch ward, ſobald ſie nur das äußerſte Ende derſelben berührten; war hingegen die ganze Stange, und mithin ein Theil des Hügels, worauf er ſtand, gleichfalls eingehüllt, ſo ward ſie nicht elektriſch. Hieraus ſchließt er, daß die Elektricität der Wolken durch deren Durchgang durch die Luft, während die Sonne darauf ſcheint, hervorgebracht werde. Welchem von dieſen beyden Umſtänden aber, nämlich der Bewegung durch die Luft hindurch, oder dem Wirken der Sonnenſtrahlen, dieſes zuzuſchreiben ſey, konnte er nicht beſtimmen, ungeachtet er verſchiedene Verſuche in dieſer Abſicht anſtellte.

Eine

r) Diſſ. de electricitate. p. 42.

Eine der merkwürdigſten Wirkungen des Blitzes iſt, daß derſelbe die Magnetnadel, und alle Körper, welche etwas Eiſen bey ſich führen, z. B. Ziegelſteine u. d. gl. polariſch macht; und wenn man darauf acht giebt, nach welcher Seite die Pole dieſer Körper liegen, ſo kann man, wie Beccaria bemerkt, zuverläſſig wiſſen, nach welcher Richtung der Blitz gefahren ſey. In einem gewiſſen Falle brachte er die Richtung des Blitzes auf dieſe Art wirklich zur Gewißheit.

Da ein plötzlicher Blitzſtrahl Magneten polariſch macht, ſo vermuthete er, daß ein regulairer und beſtändiger Kreislauf der ganzen Maſſe von Flüſſigkeit, von Norden nach Süden, vielleicht die Grundurſache des Magnetismus überhaupt ſeyn möge.

Dieſer Strom entſprang, ſeiner Meynung nach, auf der nördlichen Halbkugel der Erde, nicht aus einer Quelle, ſondern aus mehreren. Die Abweichung des gemeinen Mittelpunkts aller dieſer Ströme von dem Nordpunkte iſt vielleicht die Urſache der Veränderung der Magnetnadel; die Periode dieſer Abweichung des Mittelpunkts der Ströme iſt vielleicht die Urſache der Veränderung; und die Krümmung, mit welcher die Ströme in die Erde ſtreichen, iſt vielleicht die Urſache der Abweichung der Nadel, imgleichen, warum eiſerne Stangen die magnetiſche Kraft weit leichter nach dieſer oder jener Richtung annehmen.

Er meint, daß vielleicht der Nordſchein nichts anders, als eben dieſe elektriſche Materie ſey, die ihren Kreislauf in einem ſolchen Zuſtande der Atmoſphäre verrichtet, welcher dieſe ſichtbar macht, oder der Erde näher als gewöhnlich bringt. Dieſemnach

hat

hat man bemerkt, daß ſehr lebhafte Erſcheinungen dieſer Art die Magnetnadel ſchwankend gemacht haben.

Steine und Ziegel, worauf der Bliß getroffen hat, werden oft zu Glas. Er behauptet, daß einige Steine in der Erde, welche auf dieſe Art vom Blitze getroffen wurden, zuerſt Gelegenheit zu der gemeinen Meynung vom Donnerkeile gegeben haben.

Beccaria erkannte wohl, daß Hitze zu den Erſcheinungen des Donners, Blitzes und Regens vieles beytrage; allein er konnte durch keinen Verſuch ausmachen, ob dieſe zur Beförderung der Elektricität diene. Er glaubte vielmehr, daß die Hitze in dieſem Falle die Feuchtigkeit der Luft zum Verdunſten brächte, und dadurch die Verbindung der elektriſchen Flüſſigkeit zwiſchen dem einen und andern Orte, insbeſondere zwiſchen der Erde und den höhern Gegenden der Luft, abſchnitte, wodurch ihre Wirkungen ſichtbarer würden.

Die größte Quantität elektriſcher Materie, welche jemals durch irgend einen Apparat aus den Wolken herabgebracht worden, wurde von Herrn de Romas zu Nerac herabgeleitet. Dieſer war der erſte, welcher ſich einer mit eiſernem Drathe durchwirkten hanfenen Schnur an einem elektriſchen papiernen Drachen bediente, welchen er $7\frac{1}{2}$ Fuß hoch und 3 Fuß breit machte, ſo daß derſelbe 18 Quadratfuß Fläche hatte. Dieſe Schnur leitete die Elektricität aus den Wolken viel ſtärker ab, als eine andere hanfene Schnur, auch ſogar, wenn ſie naß war; und da ſie ſich in eine Schnur von trockener Seide endigte, ſo ward dadurch der Beobachter in den Stand geſetzt, verſchiedene Verſuche ohne Gefahr anſtellen zu können.

Als dieſer Drache am 7. Jun. 1753. 550 Fuß hoch geſtiegen war, ſo konnte er an einer 780 Fuß langen Schnur, welche einen Winkel von beynahe 45 Grad mit dem Horizonte machte, aus ſeinem Ableiter, welcher 3 Zoll lang und ¼ Zoll dick war, Funken ausziehen, deren Kniſtern ungefähr 200 Schritte weit zu hören war. Während dieſe Funken herausfuhren, fühlte er gleichſam ein Spinngewebe auf ſeinem Geſichte, ungeachtet er über 3 Fuß weit von der Schnur des Drachen ſtand, worauf er es nicht für ſicher hielt, ſo nahe zu ſtehen, und er rief daher der ganzen Geſellſchaft laut zu, ungefähr 2 Fuß weiter zurückzutreten.

Als er nun ſeine Perſon in Sicherheit glaubte, und niemand mehr um ihn ſtand, gab er Acht, was zwiſchen den Wolken, welche unmittelbar über dem Drachen ſtanden, vorgieng; er konnte aber keinen Bliz, weder in den Wolken, noch ſonſt irgendwo, noch auch den geringſten Laut von Donner wahrnehmen; auch regnete es nicht. Der Wind kam aus Weſten und zwar ziemlich ſtark, und der Drache ſtieg wenigſtens 100 Fuß höher, als bey den andern Verſuchen.

Als er nachher ſeine Augen auf die blecherne Röhre richtete, welche an der Schnur des Drachen befeſtigt war und ohngefähr 3 Fuß hoch über die Erde hieng, ward er drey Strohhalme gewahr, wovon der eine ohngefähr 1 Fuß, ein zweyter 4 bis 5 Zoll, und der dritte 3 bis 4 Zoll lang war, welche ſämmtlich aufrecht ſtanden, und wie Puppen unter der blechernen Röhre im Kreiſe herumtanzten, ohne einander zu berühren. Dieſe Erſcheinung dauerte ohngefähr eine Viertelſtunde, worauf es ein wenig zu regnen anfieng, wobey er wiederum die Empfindung

der

der Spinngewebe auf ſeinem Geſichte hatte, und zugleich ein beſtändiges Getöſe, als von einem kleinen Schmiedeblaſebalge, hörte. Dieß war ein ferneres Zeichen der zunehmenden Elektricität; und von dem erſten Augenblicke an, da de Romas die tanzenden Strohhalme gewahr ward, hielt er es, auch ſogar bey aller ſeiner Vorſicht, nicht mehr für rathſam, ferner Funken herauszulocken; und er erſuchte die Geſellſchaft abermals, ſich noch weiter zurück zu begeben.

Unmittelbar darauf erfolgte eine Erſcheinung, welche dem Herrn de Romas in Furcht und Schrekken ſetzte. Der längſte Strohhalm ward von der blechernen Röhre angezogen, worauf drey Exploſionen gehört wurden, welche einem Donnerknalle ähnlich waren. Einige von der Geſellſchaft verglichen denſelben mit dem Platzen der Raketen; und andere mit dem gewaltſamen Zerſchlagen großer irdener Krüge gegen einen Eſtrich. So viel iſt gewiß, daß derſelbe bis mitten in die Stadt, des mannichfaltigen Geräuſches daſelbſt ungeachtet, gehört ward.

Das Feuer, welches in dem Augenblicke der Exploſion geſehen ward, hatte die Geſtalt einer 8 Zoll langen und 5 Linien breiten Spindel. Einige von der Geſellſchaft bemerkten, daß der Strohhalm 45 bis 50 Toiſen weit abwechſelnd angezogen und wieder zurückgeſtoßen ward, mit dem merkwürdigen Umſtande, daß allemal, ſo oft derſelbe von der Schnur angezogen wurde, plötzliche Feuerflammen zum Vorſchein kamen, und ein Knall gehört ward, wiewohl nicht ſo laut, als bey der vorigen Exploſion.

Hiebey iſt merkwürdig, daß von der Zeit der Exploſion an bis zu Ende der Verſuche ganz und

gar kein Bliz zu ſehen, und auch kein Donner zu hören war. Man empfand einen Schwefelgeruch, welcher dem Geruche der leuchtenden elektriſchen Ausflüſſe, welche aus dem Ende einer elektriſirten metallenen Stange hervor zu kommen pflegen, gar ſehr glich. Rings um die Schnur zeigte ſich ein heller Lichtcylinder von 3 bis 4 Zoll im Durchmeſſer; und da ſich dieſes am Tage zeigte, ſo zweifelte de Romas nicht, daß dieſer elektriſche Dunſtkreis zur Nachtzeit unfehlbar 4 bis 5 Fuß breit zu ſehen geweſen wäre. Zulezt da die Verſuche vorbey waren entdeckte man in der Erde, gerade unter der blechernen Röhre, ein Loch, welches 1 Zoll tief und ½ Zoll weit, und wahrſcheinlicher Weiſe durch die ſtarken Feuerklumpen, welche die Exploſionen begleiteten, verurſacht worden war.

Dieſe merkwürdigen Verſuche endigten ſich durch das Herabfallen des Drachen, indem ſich der Wind nach Oſten geſezt hatte, und ein mit Hagel vermiſchter Regen in Menge fiel. Indem der Drache im Niederfallen begriffen war, verwickelte ſich die Schnur an ein Vordach; und ſobald ſie davon losgemacht ward, fühlte die Perſon, welche die Schnur hielt, einen ſo ſtarken Schlag in ihren Händen und eine ſo heftige Erſchütterung durch ihren ganzen Körper, daß ſie dieſelbe nicht länger zu halten vermochte, ſondern ſofort fahren laſſen mußte; und als die Schnur an die Füße einiger andern Perſonen fiel, gab ſie ihnen ebenfalls einen, wiewohl bey weitem nicht ſo empfindlichen erſchütternden Schlag.

Herr De Romas ſtellte eine in einen gläſernen Käfich befindliche Taube in ein kleines Gebäude, welches er in der Abſicht hatte errichten laſſen, daß es durch den

ver-

vermittelſt ſeines Drachen hernieder gebrachten Bliz zerſtört werden ſollte. Das Gebäude ward der Erwartung gemäß zerſchmettert; der Käfich und die Taube aber blieben unberührt.

Der Abt Nollet *), welcher dieſe Nachricht ertheilt, fügt hinzu, daß, wenn ein Schlag dieſer Art durch den Körper des Herrn de Romas gefahren wäre, der Prof. Richmann wahrſcheinlich nicht der einzige geweſen wäre, welcher ſein Leben durch die Elektricität eingebüßt habe, und er erinnert, daß bey Unternehmung ſolcher gefährlichen Verſuche große Vorſicht zu gebrauchen ſey.

Schon im Jahr 1752 machte Nollet die Bemerkung, daß dergleichen Verſuche mit Behutſamkeit angeſtellt werden müßten, indem er durch Briefe aus Florenz und Bologna benachrichtigt worden ſey, daß die Neugierde derjenigen, welche daſelbſt Verſuche angeſtellt hätten, durch die gewaltſamen erſchütternden Schläge, die ſie erhalten, als ſie aus einer durch Gewitter elektriſch gewordenen eiſernen Stange Funken herauslockten, mehr als zu ſehr befriedigt worden wäre. Einer ſeiner Correſpondenten meldete ihm, daß einsmals, als er eine mit einer kupfernen Kugel an dem einen Ende verſehene kleine Kette an einer großen Kette, welche mit der Stange oben auf dem Gebäude verbunden war, befeſtigen wollte, ein plötzlicher Blizſtrahl gekommen ſey, welchen er zwar nicht geſehen, wovon aber die Kette, wie ein auf Waſſer abgebranntes Feuerwerk, zu kniſtern angefangen habe. In demſelben Augenblicke theilte ſich die Elektricität der Kette der Kugel mit, und brachte dem Beobach-

ter

*) Lettres ſur l'électricité. Vol. II. p. 239.

ter eine ſo heftige Erſchütterung bey, daß ihm die Kugel aus den Händen fiel, und er 4 bis 5 Schritte zurückfuhr. Einen ſolchen heftigen Schlag hatte er bey dem Leydenſchen Verſuche nie bekommen.

De Romas bekam einen ſtarken Schlag, als er ſeinen Drachen zuerſt ſteigen ließ; und Dalibard meldet, daß Monnier und Bertier, als ſie Funken aus ihrer Geräthſchaft herauslocken wollten, zu Boden geſchlagen wurden.

Ein Opfer eines ſolchen elektriſchen Funkens wurde am 6. Aug. 1753 der vorerwähnte Prof. Richmann zu Petersburg. Am Dache ſeines Hauſes hatte er eine eiſerne Stange ausgeſteckt, von welchem metallene Dräthe ins Haus geleitet und am Ende durch einen gläſernen Becher, der zum Theil mit Meſſingſpähnen gefüllt war, iſolirt waren, um die Elektricität daſelbſt anzuhäufen. An einem Drathe hatte er einen Faden aufgehangen, welcher bey Elektriſirung der eiſernen Stange vor dem Drathe floh, und folglich mit dieſem einen Winkel machte. Um dieſen Winkel zu meſſen, hatte er daſelbſt einen Quadranten angebracht. Als er am gedachten Tage Mittags nach 12 Uhr an dem Elektricitätszeiger die Wirkung der Elektricität des an dieſem Tage aufgeſtiegenen Gewitters beobachtete, und ſich gegen denſelben ſeiner Gewohnheit gemäß gebückt hatte, ſo daß er etwa mit ſeinem Kopfe 1 Fuß von dem Ende des Metalles entfernt war, ſo fuhr ein Wetterſtrahl in Geſtalt eines weißblauen Feuerballs, etwa einer Fauſt groß, aus dem Drathe nach ſeinem Kopfe, und warf ihn, ohne daß er einen Laut von ſich gegeben hätte, rückwärts todt zu Boden. Auch der akademiſche Kupferſtecher Sokolow, welchen Richmann gewöhnlich zu ſeinen

elek-

elektriſchen Verſuchen mit ſich nahm, ward betäubt niedergeſtürzt.

Als ſich Sokolow wieder aufrichtete und ſich der Betäubung wegen an den Schrank lehnte, konnte er das Geſicht des Herrn Richmann vor Dampf nicht ſehen, und glaubte auch, daß dieſer, wie er, nur umgefallen ſey. Da er ſich aber wegen des Dampfs einbildete, der Blitz habe einen Brand im Hauſe verurſacht, ſo eilte er hinaus und zeigte es der nächſten Wache an. Auf den gehörten ſtarken Knall lief die Frau Richmann hinzu, fand den Gang wie mit Pulverdampf erfüllt, den Herrn Sokolow abweſend, und ihren Mann ohne einiges Lebenszeichen rückwärts über dem Kaſten gegen die Wand liegen. Man ſchickte augenblicklich nach Herrn Kratzenſtein und einem Wundarzte, und es wurden ihm zwey Adern geſchlagen; allein es kam nur ein einziger Tropfen Blut. Am obern Theile der Stirn etwas gegen die linke Seite zu fand man einen länglich runden, mit Blut unterlaufenen Fleck, und am Leibe, vorzüglich auf der linken Seite, vom Halſe an bis auf das Hüftbein, 8 theils größere theils kleinere rothe und blaue Flecke. Die übrigen kleinen Flecke ſahen aus, als wenn ſie von angezündetem Pulver entſtanden wären. Am linken Fuße war der Schuh aufgeriſſen, ohne daß man ein Merkmal einer Verſengung daſelbſt wahrnehmen konnte, nur an dem bloßen Fuße ſahe man einen mit Blut unterlaufenen Fleck. Innerlich fand man in der Luftröhre und in der Lunge ausgetretenes Blut, ſo wie auch beſonders die Gekrösdrüſe gequetſcht, und ihre Einfaſſung mit ausgetretenem Blute angefüllt war. Nach zweymal 24 Stunden war der Körper in völlige Fäulniß überge-

gan-

gangen. Nachdem man den Gang beſichtigte, wo dieſer Zufall geſchehen war, fand man, daß der Pfoſten von der offen geſtandenen Thür des Einganges von oben herunter halb geſpalten, und mit der Thür in den Gang geworfen war. Auch war der gläſerne Becher und der Drath zerſchmettert, und glühende Stücke des Draths hatten in das Kleid des Sokolow Striemen eingebrannt. Dieſer traurige Vorfall bewieß unläugbar die Identität der elektriſchen Materie mit der Materie des Blitzes, und man hat auch ſeit dieſer Zeit den Blitz ganz allgemein für ein elektriſches Phänomen anerkannt.

Außer dieſer wichtigen Entdeckung der Gleichheit der Elektricität mit der Materie des Blitzes wurden in dieſem Zeitraume noch ungemein groſe Fortſchritte in der Lehre der Elektricität gemacht, welche nun nach der Ordnung erzählt werden ſollen.

Es war bisher gemeine Meynung, daß elektriſirte Körper von einer Atmoſphäre von elektriſchen Materie umgeben wären. Franklin t), der eben dieſe Meynung annahm, bemerkte, daß dieſe Atmoſphären und die Luft einander nicht auszuſchließen ſchienen, wiewohl es nach ſeinem eigenen Geſtändniſſe ſehr ſchwer zu begreifen iſt, wie dieß zugehe, wenn man bedenke, daß ſie einander zurückſtoßen, wie man durchgängig von ihnen behauptet.

Ein rings um einen dicken Drath herum, welcher in einer Phiole geſteckt iſt, hervorgebrachter elektriſcher Dunſtkreis treibt nicht das geringſte von der darin enthaltenen Luft heraus; eben ſo wenig wird, wenn man dieſe Atmoſphäre zurückzieht, die geringſte Luft

t) Lettres. p. 97. ſqq.

Luft mit Gewalt hinein dringen, wie er durch einen gewiſſen mit Sorgfalt angeſtellten Verſuch gefunden hat; woraus er ebenfalls ſchloß, daß die Elektricität der Luft dadurch nicht verändert würde. Der Verſuch ward mit einem kleinen gläſernen Heber angeſtellt, wovon der eine Schenkel durch den Kork in der Flaſche hindurch gieng; der andere Schenkel hatte einen Tropfen rother Tinte in ſich, welcher ſich bey der geringſten Veränderung der Temperatur der Luft, welche die Phiole enthielt, ſogleich bewegte; wenn die Luft aber elektriſch war, ganz unverändert blieb.

Er ſtellte auch einen Verſuch an, welcher gleichſam die Unbeweglichkeit dieſer Atmoſphären durch irgend eine äußere Kraft, wofern es dergleichen gab, zu beweiſen ſchien; andere hingegen halten dieß lieber für einen Beweis gegen ihr Daſeyn. Er elektriſirte eine große Korkkugel, welche an das Ende einer 3 Fuß langen ſeidenen Schnur befeſtigt war, nahm das andere Ende davon in ſeine Hand, drehete es gleich einer Schleuder an hundert mal vermittelſt der möglichſt ſanfteſten Bewegung, welche er demſelben nur geben konnte, in der freyen Luft herum, und bemerkte, daß ſie ihre elektriſche Atmoſphäre noch immerfort behielt, ungeachtet ſie durch 800 Yards Luft hatte hindurch gehen müſſen.

Um zu zeigen, daß ein Körper auf ſeiner Oberfläche eine größere oder kleinere Quantität elektriſcher Materie bekommen und behalten könne, nachdem er ſich in verſchiedenen Umſtänden befindet, durch welche er entweder ausgedehnt oder zuſammengezogen wird, ſtellte er folgenden Verſuch an. Er nahm ein gutes Weinglas, und nachdem er ſolches auf dem

Fuß-

Fußboden geſtellt hatte, ſetzte er oben auf daſſelbe einen kleinen ſilbernen Topf und füllte dieſen mit einer ohngefähr 9 Fuß langen meſſingenen Kette. An dem einen Ende der Kette war eine ſeidene Schnur angebunden, welche über eine an der Decke befeſtigte Rolle gieng, und ihn in den Stand ſetzte, daß er die Kette, ſo weit er wollte, aus dem Topfe herausziehen, ſie 1 Fuß hoch in die Höhe heben, und allmählig wieder in das Gefäß hinunter laſſen konnte. An der Decke war noch ein anderer Faden von roher und feiner Seide befeſtigt, und ein an dieſer Seide angebundenes leichtes Flöckchen Baumwolle berührte bey ſeiner ſenkrecht herabhangenden Stellung die eine Seite des Gefäßes. Nachdem alles ſo eingerichtet war, brachte er den Henkel eines mit der Elektricität angefüllten Fläſchchens an das ſilberne Gefäß, da denn der Funke herausfuhr, und ſich rund um daſſelbe in einer elektriſchen Atmoſphäre ausbreitete. Die Baumwolle ward ſogleich 9 bis 10 Zoll weit von dem Gefäße zurückgeſtoßen, und dieſes zog in dieſem Zuſtande keinen Funken mehr aus dem Halſe der Phiole. Sobald er aber die Kette nach und nach herauszog, ſo war es ganz anders. Denn die Atmoſphäre des Gefäßes, die mit ihr in die Höhe zu gehen genöthigt war, ward geringer; das Flöckchen Baumwolle näherte ſich demſelben ſtuffenweiſe, und als er den Henkel des Fläſchchens wieder an das Gefäß hielt, ſo gab er demſelben eine neue Ladung, und die Baumwolle entfernte ſich alſobald wieder bis auf ihre erſte Weite. Der Topf zog alſo deſto mehr aus dem Fläſchchen, je höher die Kette ſich erhob, weil dieſer Topf mit ſeiner Kette von einer größern Atmoſphäre umgeben war, als eben dieſer Topf hatte, wenn die Kette inwendig in demſelben auf einem Haufen zuſammen lag.

lag. Auch war es ganz natürlich, daß die Vermehrung und Verminderung der elektriſchen Atmoſphäre ſich nach der Erhebung und der Erniedigung der Kette richten mußte, weil die Atmoſphäre der Kette ſich aus der Atmoſphäre des Topfes in dem Maaße, wie die Kette in die Höhe gieng, herauszog, und durch das Niederſinken der Kette wieder zu ſeiner Quelle zurückkehrte. Dieſe Veränderung ſahe man mit Augen, indem die Baumwolle ſich in dem erſten Falle allezeit dem Topfe näherte, und in dem zweyten allemal von demſelben entfernte. Hieraus, ſagt er, erhellt, daß ein Körper, deſſen Oberfläche weiter ausgedehnt wird, ſich in einem ſolchem Zuſtande befindet, daß er eine größere Atmoſphäre erhalten kann.

Um elektriſche Atmoſphären einiger Maaßen ſichtbar zu machen, pflegte Franklin Harz auf heiße eiſerne Platten, welche unter elektriſirten Körpern gehalten wurden, zu tröpfeln, da dann in einem ſtillen Zimmer der Rauch aufſtieg, und ſichtbare Atmoſphären um die Körper herum darſtellte, welche ihnen ein ſehr ſchönes Anſehen gaben. Bey Erforſchung, unter welchen Umſtänden das Zurücktreiben zwiſchen einer elektriſirten eiſernen Kugel und einer kleinen Korkkugel eine Veränderung erlitte, bemerkte er, daß der Rauch vom Harz ihr Zurücktreiben nicht vernichtete, ſondern von dem Eiſen ſowohl als auch von dem Korke angezogen ward.

Er beobachtete, daß Silber, worauf er den elektriſchen Funken hatte fallen laſſen, einen blauen Flekken bekam, und daß Eiſen davon zerfreſſen zu ſeyn ſchien; auf Gold, Kupfer oder Zinn hingegen konnte er nie den geringſten Eindruck gewahr werden. Die Flecke auf dem Silber oder Eiſen waren allemal gleich,

der Funken mochte von Bley, Kupfer, Gold oder Silber darauf gefallen ſeyn; und der Geruch des elektriſchen Feuers war derſelbe, durch was für Körper daſſelbe auch hindurch geleitet worden war.

Während ſich Franklin in Philadelphia mit dem Gegenſtande der Elektricität beſchäftigte, that ſich beſonders ſein Freund Kinnersley zu Boſton in Neuengland hervor. Es gelang ihm, die beyden einander entgegengeſetzten Electricitäten des du Fay, des Glaſes und Schwefels, wieder zu entdecken, welche ſowohl ihm als auch Franklin damals gänzlich unbekannt waren. Kinnersley hatte aber vor du Fay viel voraus; denn da er ſeine Verſuche zu einer Zeit, wo die Wiſſenſchaft viel weiter gekommen war, anſtellte, ſo ſahe er, daß die beyden einander entgegengeſetzten Elektricitäten des Glaſes und Schwefels gerade dieſelben poſitiven und negativen Elektricitäten waren, welche kurz vorher Watſon und Franklin entdeckt hatten.

Er bemerkte, daß eine Korkkugel, welche durch einen Leiter von elektriſch gemachtem Glaſe elektriſirt worden, von elektriſch gemachtem Bernſtein und Schwefel angezogen, und von elektriſch gemachtem Glaſe und Porzellan zurückgeſtoßen ward; daß, wenn man die Kugel mit dem Drathe einer geladenen Phiole elektriſirte, dieſelbe von elektriſch gemachtem Glaſe zurückgeſtoßen, von elektriſch gemachtem Schwefel hingegen angezogen ward; und daß, wenn er dieſelbe mit Schwefel oder Bernſtein elektriſirte, ſo lange bis ſie von demſelben zurückgeſtoßen ward, ſie von dem Drathe der Phiole angezogen und von ihrem Ueberzuge zurückgeſtoßen ward. Dieſe Verſuche ſetzten ihn in Erſtaunen. Durch die Aehnlichkeit ward er aber veranlaßt,

anlaßt, folgende paradoxe Sätze, wie er ſie nennt, durch Vernunftſchlüſſe herzuleiten, welche nachher auf ſein Erſuchen von Franklin berichtigt wurden:

1. Wenn eine Glaskugel an dem einen Ende, und eine Schwefelkugel an dem andern Ende eines erſten Leiters angebracht wird, ſo iſt nicht ein einziger Funken aus dem Leiter herauszubringen, ſondern die eine Kugel zieht eben ſo geſchwind heraus, als die andere beybringt.

2. Wenn die Phiole an den Leiter vermittelſt einer Kette von ihrem Ueberzuge bis nach dem Tiſche gehängt, und bloß eine Kugel auf einmal gebraucht wird, ſo geben ihr z. B. 20 Umdrehungen des Rades die Ladung; nachher entladen ſie eben ſo viel Herumdrehungen des andern Rades; und eben ſo viel neue laden ſie abermals.

3. Wenn beyde Kugeln in Bewegung ſind, und jede einen beſondern Leiter hat, mit einer an dem einen derſelben angehängten Phiole, und mit einer an dem andern befeſtigten Kette, ſo wird die Phiole geladen, indem die eine Kugel poſitiv, und die andere negativ ladet.

4. Wenn man die auf ſolche Art geladene Phiole auf gleiche Weiſe an den andern Leiter hängt, und beyde Räder wieder in Gang bringt, ſo wird dieſelbe Anzahl von Herumdrehungen, von welcher dieſelbe vorher geladen ward, ſie nunmehr entladen, und wenn dieſelbe Anzahl wiederholt wird, ſie abermals laden.

5. Wenn jede Kugel mit demſelben erſten Leiter in Verbindung ſteht, und eine Kette davon nach dem Tiſche hängt, ſo wird die eine derſelben, wenn ſie in Bewegung iſt, durch das Kiſſen hindurch Feuer

herausziehen, und dieſelbe durch die Kette entladen; die andere wird das Feuer durch die Kette hindurch heraufziehen, und dieſelbe durch das Kiſſen entladen.

Als Kinnersley ſeinem Freunde Franklin anrieth, die Verſuche mit der Schwefelkugel zu verſuchen, ſo warnte er ihn, zu dem Kiſſen keine Kreide zu gebrauchen, und bemerkte, daß etwas fein geſtoßener Schwefel zu dieſer Abſicht beſſer ſey. Uebrigens hoffte er, daß, wenn Franklin finden ſollte, daß beyde Kugeln den erſten Leiter auf verſchiedene Art laden, er vermögend ſeyn würde, eine Methode zu entdecken, zu beſtimmen, welche von beyden ſich poſitiv lade.

Franklin glaubte anfänglich nicht, daß Kinnersley's Verſuche und Wahrnehmungen einigen Grund hätten; er vermuthete vielmehr, daß das von dieſem bemerkte Anziehen und Zurückſtoßen von den größern oder kleinern Quantitäten des aus verſchiedenen Körpern erhaltenen elektriſchen Feuers herrührte. Als er aber bey angeſtelltem Verſuche fand, daß Kinnersley's Hauptſatz durch Begebenheiten als wahr beſtätiget ward, ſo ſetzte er in die übrigen weiter keinen Zweifel.

Folgende Gründe beſtimmten Franklin, die Meynung zu behaupten, daß die Glaskugel poſitiv, und die Schwefelkugel negativ lade:

1. Weil, ungeachtet die Schwefelkugel von gleicher Güte mit der Glaskugel zu ſeyn ſchien, bey jener doch niemals ein ſo großer und entfernter Funken zwiſchen ſeinem Finger und Leiter zum Vorſchein kommen wollte, als wenn er ſich der Glaskugel bediente. Was er zur Beſtätigung dieſes Beweiſes hinzuſetzt, ſcheint kein Genüge zu leiſten. Er behauptet nämlich,

lich, daß Körper von einer gewiſſen Dicke die Quantität elektriſcher Materie nicht ſo leicht fahren laſſen könnten, welche ſie beſitzen und innerhalb ihrer Subſtanz angezogen hätten, als ſie einen Zuſatz von Quantität auf ihrer Oberfläche, vermittelſt der Atmoſphäre, annehmen könnten, und daß daher nicht ſo viel aus dem Leiter herauszuziehen wäre, als darauf gebracht werden könne.

2. Er bemerkte, daß der Feuerſtrom, oder der Buſch feuriger Strahlen, welcher ſich an dem Ende des um den Leiter gelegten Draths zeigte, lang und breit war, weit aus einander fuhr, und einen ſchnappenden Laut verurſachte, wenn er ſich der Glaskugel bediente; daß derſelbe hingegen beym Gebrauche der Schwefelkugel kurz und ſchmal war, und einen ziſchenden Laut bewirkte. Eben ſo beobachtete er, daß beyde Fälle ſich gerade umgekehrt verhielten, wenn er denſelben Drath in ſeiner Hand hielt, und die Kugeln abwechſelnd gebraucht wurden. Der Feuerbuſch war breit, lang, aus einander fahrend, und ſchnappend, wenn die Schwefelkugel herumgedreht ward. Wenn der Feuerbuſch lang, breit und weit aus einander fahrend war, ſo kam es Franklin vor, als wenn der Körper, mit dem er ſich vereinigte, das Feuer hinausſtieß; und wenn ſich das Gegentheil zeigte, kam es ihm vor, als wenn er es einſaugte.

3. Wenn er das Gelenk ſeines Fingers vor der Schwefelkugel hielt, ſo bemerkte er, daß der Feuerſtrom zwiſchen ſeinem Gelenke und der Kugel ſich über deſſen Oberfläche zu verbreiten ſchien, als wenn derſelbe aus dem Finger käme; vor der Glaskugel hingegen verhielt es ſich ganz anders.

4. Er beobachtete, daß der kühle Wind, welchen man gleichſam aus einer elektriſirten Spitze herausfahrend fühlt, bey der Glaskugel weit merklicher war, als wenn er ſich der Schwefelkugel bediente. Ungeachtet dieß die beſten Beweiſe von dem Laufe der elektriſchen Materie ſind, welche die Sinne geben können, ſo hielt doch Franklin dieſes nur für übereilte Gedanken. Wenn man auch bedenkt, daß die Geſchwindigkeit der elektriſchen Materie in einem Umkreiſe von einigen Meilen faſt augenblicklich iſt, ſo kann in Wahrheit nicht vorausgeſetzt werden, daß das Auge zu unterſcheiden vermögend ſeyn ſollte, was für einen Weg dieſelbe in einem Raume von einem oder zwey Zoll nehme.

Auch ſind ſeit Franklin's Zeiten ſehr große Verbeſſerungen in Abſicht der elektriſchen Geräthſchaft gemacht worden. Des Prof. Boſen's Beatifikation gab dem D. William Watſon [u]) in England Veranlaſſung, eine Elektriſirmaſchine zu erfinden, durch welche ſehr ſtarke Elektricität erregt werden könnte. Er legte hiebey die Einrichtung der deutſchen Gelehrten, mit welchen er im Briefwechſel ſtand, zum Grunde, ließ aber durch ſein Rad vier über einander ſtehende Glaskugeln auf einmal drehen, die ſich an vier Kiſſen rieben. Prieſtley hat dieſe Maſchine in ſeiner Geſchichte der Elektricität Taf. V. Fig. 1. abgebildet.

Bald nachher gab Wilſon eine andere Elektriſirmaſchine an, welche weniger Raum erfordert. Prieſtley hat ſie am a. O. Taf. V. Fig. 2. abgebildet. Ein Glascylinder wird durch ein daneben ſtehen

u) Exper. and obſerv. on electricity. Lond. 1745. 8.

hendes Rad gedreht, und reibt ſich an einem unten angebrachten Kiſſen. Der erſte Leiter ruht auf ſeidenen Schnüren, die an vier hölzernen Säulen auf dem Geſtell der Maſchine ſelbſt gebunden ſind. An dieſer Maſchine findet ſich zum erſtenmale der Leiter mit dem Cylinder durch einen Zuleiter oder Collector, d. i. durch einen Kamm mit metallenen Spitzen, verbunden. Es ſind aber Cylinder und Reibzeug nicht genug von andern Körpern entfernt, auch liegt der Leiter nicht feſt.

Um Kugeln von großem Durchmeſſer in ziemlich kleinen Geſtellen ſehr ſchnell bewegen zu können, verſahen ſie die engliſchen Künſtler mit Zahn und Getriebe, welches ſie in ein meſſingenes Gehäuſe einſchloſſen. Ein mit der Kurbel umgedrehtes Stirnrad greift in ein Getriebe, das an der Axe der Kugel feſt iſt. Muſſchenbroek lobt dieſe Maſchinen ſehr; ſie verurſachen aber, wenn ſie nicht ſehr fein und genau gearbeitet ſind, ein unangenehmes Geraſſel. Dabey kann man die Axe der Kugel vertikal ſtellen, oder horizontal legen. Brignoli [x]) kam gar auf den Gedanken, die Axe des Cylinders oder der Kugel mit der Weltaxe parallel zu legen; allein die Lage der Axe thut gar nichts zur Sache.

Eine ſolche mit Zahn und Getriebe verſehene Maſchine mit vertikaler Axe von Nairne beſchreibt Prieſtley a. a. O. Taf. VI. Fig. 1. Der Leiter ruht auf ſeidenen Schnüren, die an vier aus dem Geſtell hervorgehende Arme befeſtigt ſind. Das Kiſſen wird an die Kugel durch eine federnde Stange angedruckt, an

x) Hamburg. Magaz. B. III. S. 565.

an der es feſt iſt, und die auf dem Gehäuſe des Räderwerks aufſteht. Dieſe Maſchine iſt tragbar, und läßt ſich auf einen Tiſch aufſchrauben.

Eine andere ebenfalls von engliſchen Künſtlern erfundene Maſchine hat folgende Einrichtung. In einem Gehäuſe iſt eine Schraube ohne Ende, die von einem Stirnrade umgetrieben wird, das man mit einer Kurbel dreht. Die ganze Maſchine wird mit Schrauben an den Tiſch feſt gemacht. Am Fußbrete iſt eine ſtählerne Feder, welche das Kiſſen feſt hält und an den Cylinder andruckt. Aus dem Fußbrete gehen zwey kupferne Stäbe hervor, auf dieſen ſtehen zwey andere, an welchen wieder ein Paar andere angebracht ſind. An jedem Ende der letztern ſind ſeidene Fäden angeknüpft, in welchen der hohle Conduktor hängt. In dem vordern Ende dieſes Conduktors iſt ein doppelter Drath von vergoldetem Kupfer, der vorn breit geſchlagen iſt; dieſer Drath iſt elaſtiſch, druckt ſich an den Cylinder an, und leitet deſſen Elektricität dem Conduktor zu. An dem andern Ende des Conduktors befindet ſich in der Mitte ein Loch, worin man einen Drath ſtecken, oder eine Kette anhängen kann.

Eine andere von Read, einem engliſchen Künſtler, erfundene Maſchine, welche Prieſtley a. a. O. Taf. VI. Fig. 2. abbildet, hat einen ſenkrecht ſtehenden Cylinder, deſſen Axe unten im Fußbrete und oben in einem vom Fußbrete heraufgehenden meſſingenen Bogen ruht. Unten hat die Axe einen Würtel, und wird durch eine hölzerne dem Tiſche parallel liegende Scheibe, vermittelſt einer Schnur ohne Ende, gedreht. Der Leiter ſteht auf einem Glasbecher, der ihn iſolirt, und iſt an dem Ende gegen den Cylinder ausge-

gezackt. Das Kiſſen wird durch eine am meſſingenen Bogen angebrachte Feder gehalten und angedruckt. Prieſtley rühmt dieſe Maſchine als bequem für Aerzte, beſonders weil der Leiter ſo feſt ſtehe. Auch kann man den Glasbecher, der ihn trägt, belegen, und ſogleich als Leydner Flaſche brauchen. Das Umdrehen der horizontalen Scheibe aber erfordert eine unbequeme Bewegung des Arms.

Prieſtley a. a. O. Taf. VII. VIII. giebt zwey Maſchinen von ſeiner eigenen Erfindung an. Er nennt die eine wegen ihres allgemeinen Gebrauchs eine Univerſalelektriſirmaſchine. Das Geſtell beſteht aus zwey Bretern, welche durch zwey kleine Querhölzer in einer parallelen Lage gegen einander gehalten werden. Dieſe Breter werden horizontal auf einen Tiſch gelegt, und das unterſte mit eiſernen Klammern daran befeſtigt. Es ſtehen darauf zwey Säulen von gedörrtem Holz und das Kiſſen. Die eine Säule läßt ſich zugleich mit der Feder, welche das Kiſſen trägt, in einem Falze verſchieben, welcher der Länge nach durch das Bret geht, und kann durch Schrauben in die gehörige Entfernung von der andern geſtellt werden. Die andere ſteht feſt, und geht in das untere Bret hinein. Die Säulen haben Löcher, in welche man die Spindeln mehrerer Cylinder oder Kugeln einlegen kann. Bey dieſer Einrichtung iſt aber nicht zu ſehen, wie man bey dem Gebrauche mehrerer Kugeln, wenn ſie über einander ſtünden, an jede ein beſonderes Kiſſen würde anbringen können.

Das Kiſſen iſt eine hohle kupferne Schüſſel, mit Pferdehaaren ausgeſtopft, und mit Corduan überzogen. Es ruht auf einem Fuße, der die cylindriſche Axe einer runden Scheibe von gedörrtem Holze auf-

 nimmt,

nimmt, wovon das andere Ende in dem Schnabel einer gebogenen Stahlfeder ſteht. Die Feder iſt mit einer Schraube verſehen, durch welche man ſie nach Gefallen anziehen oder nachlaſſen kann.

Das Rad iſt an dem Tiſche feſt. Es hat mehrere Einſchnitte, um Schnüre einzulegen, wenn man mehr Kugeln oder Cylinder auf einmal gebrauchen will, und da es gar nicht mit dem Geſtell zuſammenhängt, ſo kann man es allemal in die Entfernung bringen, die die Länge der Schnur erfordert.

Der erſte Leiter iſt ein hohles birnförmiges Gefäß von Kupfer, daß den Stiel aufwärts kehrt, mit dem untern Theile aber auf einem Stativ von gedörrtem Holze ſteht. Von dem Stiele aus geht an die Kugel ein gebogener Meſſingdrath, am Ende mit einem Ringe, worin man einige kleine ſpitzige Drathe ſteckt, welche ganz leicht an die Kugel anſpielen, und die Elektricität aus ihr einſammlen.

Prieſtley's zweyte Maſchine iſt nach denſelben Grundſätzen eingerichtet, dient aber nur für eine Kugel, die nebſt Rad und Kiſſen auf ein dreyfüßiges Stativ gebracht iſt. Der Leiter iſt eben ſo, wie der vorige, und wird auf einem Tiſch befeſtigt, neben welchem man das Stativ aufſtellt.

Um das Jahr 1766 wurden die Elektriſirmaſchinen mit runden Glasſcheiben bekannt, welche Ramsden in London mit vielem Beyfall verfertigte. Dieſer engliſche Künſtler gab ſich für den Erfinder derſelben aus, wofür ihn auch Prieſtley in der erſten Ausgabe ſeiner Geſchichte der Elektricität erklärt, in der zweyten aber den D. Ingenhouß als Erfinder genannt hat.

Sigaud de la Fond [y]) erzählt, daß er 1756 eine Scheibe von Kryſtallglas an einer Axe gedreht mit Vortheil als Elektriſirmaſchine gebraucht, als ſie ihm aber durch den allzuſtarken und ungleichen Druck des Kiſſens zerſprungen ſey, dieſen Gedanken wieder aufgegeben habe. Nach einer Nachricht in der allgemeinen deutſchen Bibliothek [z]) iſt der eigentliche Erfinder dieſer Maſchinen Planta, Stifter und ehemaliger Director des Haldenſteiniſchen Seminariums, der ſich derſelben um das Jahr 1760 bedient hat.

D. Ingenhouß [a]) ſagt, daß er ſeit dem Jahre 1764 angefangen habe, ſich der Glasſcheiben zu bedienen, weil er von der Reibung derſelben auf beyden Seiten ſich viel verſprochen habe. Er habe noch eine ſehr unvollkommene Probe davon dem D. Franklin und andern Freunden in London gezeigt, worauf ſie bald von Ramsden und andern Künſtlern nachgemacht worden.

Dieſe Maſchine beſteht aus einer kreisrunden Glasſcheibe, welche in vertikaler Stellung mit einer Kurbel gedreht wird, die an einer eiſernen mitten durch die Glasſcheibe hindurchgehenden Axe befeſtigt iſt. Die Scheibe wird an vier ovalen Kiſſen gerieben, die ohngefähr 2 Zoll breit ſind, und wovon zwey an jeder Seite der Scheibe an den beyden Enden ihres vertikalen Durchmeſſers ſtehen.

Das Geſtell beſteht aus einem Brete, das man mit einer eiſernen Klammer an den Tiſch befeſtigen

y) Précis des phénomén. électriq. P. I. ſect. I. c. 2.

z) Anhang zum 13–24 Bande. 1te Abth. S. 549.

a) Vermiſchte Schriften, herausgeg. von Molitor. Aufl. 2. Wien 1784. 8. B. I. S. 172.

gen kann. Auf dieſem Brete ſtehen zwei Säulen, die mit einander parallel laufen, und oben verbunden ſind. Dieſe tragen in ihrer Mitte die Axe der Glastafel, und an ſie ſind auch die Kiſſen befeſtigt. Der Leiter iſt eine hohle Röhre von Meſſing, an deren Ende ſich zwey Arme ausbreiten, welche bis nahe an das Glas reichen, und durch Spitzen am Ende die Elektricität einſammlen. Umſtändlicher beſchreiben dieſe Maſchine Schmidt [b]) und d'Inarre [c]).

Auch erdachten die Elektriſirer verſchiedene Arten, die Elektricität zu erregen, und Methoden, ſie zu verſtärken. Canton [d]) rieb vorher die Röhren mit Seidenzeug, das vorher mit Leinöl getränkt worden war, und hatte durch eine lange Erfahrung bemerkt, daß es die ſtärkſte Wirkung hervorbrachte; jedoch hatte er nicht gefunden, daß es auch beym Reiben der Kugeln von verhältnißmäßigem Nutzen war.

Bey einer andern Gelegenheit hatte Canton [e]) bemerkt, daß vermittelſt dieſes Reibzeuges ein maſſiver gläſerner Cylinder, welcher ſo lange an das Feuer gehalten worden, bis er ganz trocken war, eben ſo leicht elektriſch gemacht werden konnte, als eine gläſerne Röhre, ſo daß derſelbe in jeder Abſicht wie eine gläſerne Röhre wirkte, und daß ihn ſogar der erſte Zug bereits ſtark elektriſch machte.

Die wichtigſte Verbeſſerung aber, welche Canton [f]) zur Verſtärkung der elektriſchen Kraft entdeckte,

b) Beſchreibung einer Elektriſirmaſchine u. der. Gebrauch. Jena 1773. 4.
c) Von der Elektricität. Th. I. Frankf. 1784. 8. S. 23 f. Taf. IV.
d) Philoſoph. Tranſact. Vol. XLVII. p. 239.
e) Ibid. Vol. XLVIII. P. II. p. 784.
f) Ibid. Vol. LII. P. II. p. 461.

te, war, daß er auf das Kiſſen der Kugel, oder auf das öligte Seidenzeug, womit die Röhe gerieben ward, etwas weniges von einem Amalgama aus Queckſilber und Zinn mit ein wenig gemeiner oder auch ſpaniſcher Kreide ſtrich. Auf ſolche Art läßt ſich eine Kugel oder Röhre zu einem ſehr hohen Grade durch geringes Reiben elektriſch machen, vorzüglich, wenn man das Reibezeug, nach Erfordern der Umſtände, entweder feuchter oder trockener hält.

Wilke verſichert, daß, wenn man eine Glasröhre mit wollenem Zeuge, welches man vorher mit weißem Wachſe oder Oele überſtrichen hat, reibt, ſie Flammen mit einem ſtarken Geknister im Dunkeln von ſich gebe. Dergleichen Flammen, ſagt er, kamen ſeines Wiſſens niemals aus einer Kugel zum Vorſchein, außer bisweilen, wenn ſie zuerſt gebraucht wurde.

Um dieſe Zeit erhielt die elektriſche Geräthſchaft durch die Entdeckung Peter Wendelin Ammerſin's aus der Schweiz, eine anſehnliche Vermehrung, welcher in ſeinem zu Lucern im Jahre 1754 herausgegebenen lateiniſchen Werke zeigte, daß Holz, welches man bis zum Braun- oder Schwarzwerden gedörrt hat, ein Nichtleiter der Elektricität ſey. Er räth an, das Holz in Leinöl zu ſieden, oder daſſelbe, nachdem es gedörrt worden, mit Firniß zu überziehen, um auf ſolche Art zu verhüten, daß ſich keine Feuchtigkeit in deſſen Zwiſchenräume wieder hineinziehe; und ſetzt hinzu, daß ein auf ſolche Art zubereitetes Holz ſtärkere Erſcheinungen der Elektricität hervorzubringen ſcheine, als ſelbſt Glas. Er bediente ſich ſelbſt gemeiner hölzerner Maaße, dergleichen man gemeiniglich in den Scheunen antrifft, welche er zuerſt hatte

in

in Oel ſieden und nachher einfaſſen laſſen, ſo daß man ſie vermittelſt eines Rades herumdrehen konnte.

Auch bemerkt Wilſon, daß ſich Watſon zur nöthigen Unterſtützung eines langen Draths, bey einem unweit Shooter'shill in der Abſicht angeſtellten Verſuche, um die Geſchwindigkeit der elektriſchen Materie zu beſtimmen, Pfähle von trockenem Holze bedient habe, die, wie er ihm erzählt hatte, im Ofen gedörrt worden waren, um zu verhüten, daß die elektriſche Materie ſich nicht in den Erdboden hinein ziehen möchte.

Eine noch andere Methode zur Erregung der Elektricität, als vermittelſt im Ofen gedörrten Holzes, war diejenige, deren ſich Beccaria [g]) bediente. Er legte nämlich ein trockenes und gewärmtes Katzenfell über ſeine gläſerne Kugel, und erregte, indem er dieſelbe mit ſeiner Hand rieb, eine ſehr ſtarke Elektricität.

Die älteſte Methode, eine negative Elektricität zu erregen, war die vermittelſt Schwefelkugeln. Le Roi verfertigte dieſe dadurch, daß er einen Ueberzug von Schwefel auf eine Glaskugel legte, und dieſelbe alsdann mit einem heißen Eiſen glättete; der Abt Nollet [h]) aber zog das Schmelzen des Schwefels an der inwendigen Seite der Glaskugel vor, und brach alsdann das Glas davon ab, weil dieſe Methode eine weit feinere Glätte verurſachte. Er verfertigte eine Kugel aus einer Vermiſchung von Schwefel und zerſtoßenem Glaſe; fand aber, daß dieſelbe eben dergleichen Wirkung hatte, als wenn ſie aus lauter Schwefel beſtan-

den

g) Lettere dell' elettriciſmo. p. 58.

h) Lettres ſur l'électricité. Vol. II. p. 121.

den hätte. Er ſagt, daß, wenn ein Theil dieſer Kugel durch Reiben elektriſch gemacht worden, die ganze Oberfläche elektriſch geworden ſey.

Seitdem Canton die Entdeckung der negativen Elektricität des rauhen Glaſes gemacht hatte, bedienten ſich einige Naturforſcher gläſerner Kugeln, welche ſie mit Schmergel rauh gemacht hatten, und die gewöhnliche Methode, deren Glätte herunter zu bringen, war, daß ſie dieſelben rieben, während ſie auf ihrer Axe herumgedreht wurden. Spengler aber, ein mathematiſcher Inſtrumentenmacher zu Kopenhagen, bemerkt in ſeinen Briefen über die Elektricität, daß Glaskugeln, welche man rauh macht, indem man den Stein oder Schmergel von einem Pole zum andern darüber hinweggehen läßt, eine weit ſtärkere Kraft beſitzen; indem dieſe Methode, die Glätte des Glaſes wegzubringen, ihm eine größe Rauhigkeit in Anſehung des Reibzeuges ertheilt.

Prieſtley führt hingegen eine weit beſſere und leichtere Methode, eine negative Elektricität hervorzubringen, als alle übrigen an. Sie beſteht darin, daß man das Reibzeug einer glatten Kugel iſolirt, und mit einem erſten iſolirten Leiter in Verbindung ſetzt, da unterdeſſen der gemeine Leiter mit dem Fußboden verbunden iſt.

Torbern Bergmann zu Upſal meldet, daß er ſehr oft ſeine Glaskugeln, wenn ſie nicht zu einem gehörigen Grade der Stärke elektriſch gemacht werden konnten, mit einer dünnen Schwefelkruſte überzogen habe, und daß ſie alsdann eine weit ſtärkere poſitive Elektricität als zuvor geäußert hätten.

Nol-

Nollet [i]) berichtet, daß die Naturforſcher in Italien und an andern Orten einen Ueberzug von Pech oder andern harzigen Materien an die innere Seite der Glaskugeln anzubringen pflegten, welches dieſelben allemal ſehr kräftig machen ſoll.

Er beobachtete auch [k]), daß nicht alle Glasarten gleich gut zur Elektricität ſind. Er giebt einige, aber nur ſehr wenige an, die ſich gar nicht elektriſiren laſſen; ein ſolches iſt dasjenige, woraus man zu St. Gobin in der Picardie die Spiegelgläſer macht; er hatte es in Form der Röhren, der Kugeln und in platter Form zu allerley Zeit verſucht; aber nur geringe Zeichen der Elektricität daraus erhalten können. Auch das Glas, woraus man Fenſter macht, und dasjenige, was zu Trinkbechern dient, wenn es friſch verfertigt worden, ließ ſich ebenfalls ſehr ſchwer elektriſiren. Erſt nach Verlauf vieler Monate und mannichmal ganzer Jahre konnte er dergleichen erſt zum Elektriſiren gebrauchen.

Er hält es für ſicher, daß das Glas durch die Gewalt des Reibens weit geſchickter zu den elektriſchen Verſuchen werde; einige Kolben und Kugeln aus den kleinen franzöſiſchen Glashütten, welche anfänglich eine ſehr ſchwache Elektricität geäußert hatten, wurden endlich, nachdem ſie etliche Monate in der Uebung geweſen, ſehr gute Werkzeuge.

Ferner bemerkt er, daß man weder auf die Durchſichtigkeit, noch auf die Farbe des Glaſes ſehen dürfe, wenn man den Grund von dieſen Mannichfaltigkeiten angeben wolle, weil eben daſſelbe Glas in der Folge der Zeit

i) Lettres ſur l'électricité. Vol. II. p. 122.

k) Leçons de phyſ. exper. Vol. VI. p. 273 ſqq.

Zeit die elektriſche Kraft erlange, welche es anfänglich nicht hatte.

Nollet konnte nicht gewiß ſagen, woran es liege, daß gewiſſes Glas durch Reiben zu elektriſiren und nicht zu elektriſiren iſt; aber er muthmaßte, daß dieſes hauptſächlich von ſeinem Grade der Härte und des Glühens herrühre. Auf dieſe Gedanken ward er dadurch gebracht, weil dasjenige von den franzöſiſchen Manufakturen zu St. Gobin und zu Cherbourg, das unter allen Arten von Glas in Frankreich am härteſten, dichteſten und beſten ausgeglüht iſt, auch zu gleicher Zeit am ſchwerſten zu elektriſiren war, da das Kryſtallglas von England und das von Böhmen u. ſ. w., welches viel zarter iſt, das beſte unter allen zu den elektriſchen Verſuchen war.

Auch bemühten ſich die Naturforſcher, die Elektrometer zu verbeſſern, und beſondere Einrichtungen anzugeben. Die Herren le Roy und d'Arcy [1]) beſchreiben eine Art, die Stärke des Zurückſtoßens zu meſſen. In einem großen ganz mit Waſſer angefüllten Gefäß (fig. 8.) ab ſchwimmt ein Glas cd, wie ein Aräometer geformt, deſſen Stiel 12 Zoll lang und 1 Linie dick iſt; es muß im natürlichen Zuſtande bald bis an den Boden des Gefäßes herabſinken. Das Gefäß iſt mit der meſſingenen Scheibe h zugedeckt. Dieſe hat in der Mitte ein Loch, durch welches der Stiel v hindurchgeht. Damit der Stiel nicht umſchlage, iſt Queckſilber unten bey cd, auch ſind Silberfäden über das Loch in der Scheibe h geſpannt, zwiſchen welchen er auf- und abſteigen kann. Oben

1) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. 1749.

Oben am Ende des Stiels iſt ein meſſingenes Scheibchen l, von $14\frac{1}{6}$ Lin. Durchmeſſer. Wenn nun dieß alles iſolirt und mit einem elektriſirten Leiter verbunden iſt, ſo ſtößt die Scheibe h das nahe an ihr liegende Plättchen l ab, und erhebt dadurch das Aräometer. Kann man die Höhe meſſen, auf welche es erhoben wird, ſo läßt ſich aus dem bekannten Gewichte deſſelben, und dem Verhältniſſe des Stiels zum ganzen Körper die Kraft des Abſtoßens berechnen. Die Erfinder ſchlagen vor, ein mattgeſchliffenes Glas mit Parallellinien bezogen gegen die Maſchine zu ſtellen, vermittelſt eines Lichts den Schatten des Gefäßes darauf fallen zu laſſen, und ſo aus der Zahl der Parallellinien, durch welche der Schatten des Plättchens l ſteigt, auf das Steigen des Plättchens ſelbſt zu ſchließen.

Ein anderes Elektrometer gab Lane [m]) an, um mittelſt ſelbigem beſtändig Funken oder Schläge von gleicher Stärke zu erhalten. Dieß Elektrometer iſt unter dem Nahmen des Ausladeelektrometers bekannt und hat folgende verbeſſerte Einrichtung. An den Knopf (fig. 9.) f einer Leydner Flaſche wird ein gläſerner Stab fd angebracht, der in die meſſingene Haube d eingeküttet iſt. Aus d geht ein ſtarker Meſſingdrath ſenkrecht hervor, deſſen Ende ſo hoch hinaufreicht, als der Mittelpunkt des Knopfes b ſteht, der noch über dem Knopfe f auf dem weiter hinaufreichenden Stabe der Flaſche befeſtigt iſt. Auf dieſem Drathe ruht eine meſſingene Hülſe, durch welche man das Stäbchen ce, welches an einem Ende den Knopf c, am andern den Ring e hat, vor- und rückwärts ſchieben kann, um den Knopf c in jede be-

lie-

m) Philoſ. Tranſ. Vol. LVII. p. 451.

liebige Entfernung von dem Knopfe b zu bringen. Man kann auch auf dem Stäbchen ce eine Eintheilung anbringen, um die Entfernung der Knöpfe b und c deſto genauer abmeſſen zu können. Man ſetze, die Flaſche ſey ſo an den erſten Leiter der Maſchine angeſetzt, daß ſie ihn mit dem Knopfe b berührt, der Knopf c ſtehe $\frac{1}{2}$ Zoll von b ab, und von e bis an die äußere Belegung der Flaſche bey c ſey eine leitende Verbindung gemacht. Wird nun unter dieſen Umſtänden die Elektriſirmaſchine in Bewegung geſetzt, ſo ladet ſich die Flaſche. Sobald aber die Ladung ſo ſtark iſt, daß ſie durch die Entfernung bc ſchlagen kann, ſo erfolgt ihre Entladung. Fährt man immer fort, die Maſchine zu drehen, ſo ladet ſich die Flaſche aufs neue, bis bey der vorigen Stärke der Ladung die Entladung wieder erfolgt u. ſ. w. So kann man mehrere Schläge von immer gleicher Stärke erhalten, und durch Körper führen, die in die leitende Verbindung ec gebracht werden. Sollen die Schläge ſtärker werden, ſo entfernt man c weiter von b. Der Theil fd wird gewöhnlich mit Siegellack überzogen.

Sigaud de la Fond [n]) nimmt ſtatt des Stäbchens ce eine kupferne Schraube, am Ende mit einer Platte, welche auf dem Maaßſtabe die Entfernungen angiebt. Er beſchreibt hiernächſt noch eine andere Vorrichtung, wo eine belegte Glastafel durch eine vom Conduktor herabhangende Kette geladen wird, und Männerchen, mit den beyden Seiten der Tafel verbunden, Piſtolen gegen einander abfeuern, wenn die Ladung den nöthigen Grad erreicht.

Einer

n) Précis des phénom. electr. ſect. II. ch. 4.

Einer der größten Vorwürfe in der Lehre der Elektricität iſt die richtige Beſtimmung des Unterſchiedes zwiſchen denjenigen Körpern, welche Leiter, und denjenigen, welche Nichtleiter der Elektricität ſind. Ueber dieſen wichtigen Gegenſtand hat man bisher wenig zuverläſſiges beſtimmen können, und ſelbſt in dieſer ganzen Zeitperiode hat man nur einige wenige allgemeine Bemerkungen darüber machen können. Indeſſen zeigen auch ſchon dieſe, daß Subſtanzen, welche man als vollkommene Leiter oder Nichtleiter betrachtet hat, dieſes nur in einem gewiſſen Grade ſind. Die Verſuche, welche hierauf führten, wurden von den beyden Herren Canton und Beccaria angeſtellt.

Daß Luft fähig ſey, Elektricität durch Mittheilung anzunehmen, und, wenn ſie dieſelbe angenommen hat, zu behalten, war vor Canton's Zeiten noch von niemanden wahrgenommen worden. Dieſer o) bewerkſtelligte dieß aber durch ein Paar Kugeln, welche auf einer Drehbank aus dem trockenen Kerne eines Holunderbaums gemacht worden waren. Er legte ſelbige in ein kleines enges Käſtchen mit einer Schieblade, welche dergeſtalt eingerichtet war, daß die Fäden in der Schachtel gerade der Länge nach lagen. Wenn er dieſes Käſtchen an dem Ende des Deckels hielt, ſo hiengen die Kugeln an einem Nagel inwendig frey. Wenn dieſe Kugeln in einer gehörigen Entfernung von Gebäuden, Bäumen u. ſ. f. aufgehängt wurden, ſo zeigten ſie ohne Mühe die Elektricität der Atmoſphäre an. Auch beſtimmten ſie, ob die Elektricität der Wolken oder der Luft poſitiv oder negativ wäre; poſitiv nämlich, wenn ihr Zurückſtoßen bey der Annäherung

o) Philoſ. Tranſ. Vol. XLIX. P. I. p. 300.

herung eines geriebenen Agtſteins oder Siegellacks ſchwächer, und negativ, wenn es ſtärker ward.

Vermittelſt dieſes Werkzeugs beobachtete Canton, daß es möglich war, die Luft eines Zimmers nahe an dem Geräthe, und ſogar die Luft des ganzen Zimmers, in welchem ſich daſſelbe befand, zu einem beträchtlichen Grade zu elektriſiren, und zwar war er dieſes ſowohl poſitiv, als auch negativ, zu bewerkſtelligen vermögend.

In einem am 6. Dec. 1753 der königl. Societät überreichten Aufſatze bemerkt er, daß die gemeine Luft eines Zimmers zu einem beträchtlichen Grade elektriſirt werden könne, ſo daß ſie ihre Elektricität eine gewiſſe Zeitlang nicht fahren laſſe. Nachdem er die Luft ſeines Zimmers vermittelſt eines Feuers recht ausgetrocknet hatte, elektriſirte er eine blecherne Röhre mit einem an das eine Ende derſelben angehängten Paar Kugeln zu einem hohen Grade, wobey ſich zeigte, daß die benachbarte Luft ebenfalls elektriſch geworden war. Denn als er die Röhre mit ſeinem Finger oder andern Leitern berührt hatte, fuhren die Kugeln nichts deſto weniger fort, einander zurückzuſtoßen, wiewohl in keiner ſo großen Entfernung, wie zuvor. Jedoch bemerkte er, daß ihr Zurückſtoßen ſchwächer ward, je mehr man ſie dem Boden oder einem andern Hausgeräthe näherte; und daß ſie ſich einander berührten, wenn man ſie in einer kleinen Entfernung von einem Conduktor hielt. Er ſah, daß etwas von dieſer elektriſchen Kraft noch eine Stunde nachher, als er die Röhre gerieben hatte, fortdauerte, wenn die Witterung ſehr trocken war.

Um die Luft oder die in ihr enthaltenen Feuchtigkeiten negativ elektriſch zu machen, legte Canton zwiſchen zwey Stühlen, die er mit dem Rücken gegen einander, ungefähr 3 Fuß weit von einander, ſtellte, ein blechernes Rohr auf Seide, und ſteckte in das eine Ende derſelben eine feine Nähnadel, und rieb Schwefel, Siegellack oder eine rauhe Glasröhre 3 oder 4 Minuten lang, an dem andern Ende des Rohrs ſo nahe als er konnte; alsdann ward die Luft negativ elektriſch, und ſie blieb es eine gute Zeit lang, nachdem er das Geräth bereits in ein anderes Zimmer gebracht hatte.

In einem vom 11. Novemb. 1754 datirten Aufſatze bemerkt er, daß trockene Luft in einer großen Entfernung von der Erde, wenn ſie in einem elektriſchen Zuſtande iſt, darin ſo lange verbleibe, bis ſie einen ſolchen Conduktor antrifft. Dieß machte er durch folgenden Verſuch wahrſcheinlich. Eine geriebene Glasröhre, welche ihre natürliche Politur hat, wird, wenn ſie in der Mitte eines Zimmers in die Höhe gerichtet und mit einem Ende in ein Loch eines Klotzes geſteckt wird, gemeiniglich in weniger als 5 Minuten ihre Elektricität verlieren, indem ſie eine hinreichende Menge Feuchtigkeit anzieht, welche die elektriſche Materie von allen Theilen ihrer Fläche nach den Boden leitet. Wenn ſie hingegen ſogleich, als ſie gerieben worden, auf dieſelbe Art an ein gutes Feuer geſetzt wird, wo ſich keine Feuchtigkeit an ihre Fläche anhängen kann, ſo wird ſie den ganzen Tag und wohl noch länger elektriſch bleiben.

Nach der Zeit kam Canton noch auf eine andere Methode, der Luft Elektricität mitzutheilen, welche Prieſtley in ſeiner Geſchichte der Elektricität an-

anführt. Man ſoll nämlich eine geladene Phiole in die eine Hand nehmen, und ein brennendes Licht iſolirt in die andere Hand, in ein Zimmer gehen, den Drath der Phiole ganz nahe an die Flamme des Lichts bringen, und denſelben ohngefähr eine halbe Minute lang daran halten; hierauf ſoll man die Phiole und das Licht aus dem Zimmer wegbringen, mit den aus Hollundermark geſchnittenen Kugeln, an einen Zwirnsfaden von 6 Zoll Länge aufgehangen, hineinkommen, und ſie mit ausgeſtrecktem Arme halten; die Kugeln würden ſich ſogleich von einander zurückzuſtoßen anfangen, und auf $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll weit von einander ſtehen, wenn man ſie beynahe in die Mitte des Zimmers bringe.

Beccaria [p]), welcher von Canton's Bemühungen nichts wußte, machte dieſelbe Entdeckung der Mittheilung der Elektricität der Luft, und veränderte den Verſuch auf eine ausgebreitetere und vollſtändigere Art. Er bewieß, daß die nahe an einem elektriſirten Körper befindliche Luft nach und nach dieſelbe Elektricität erhalte; daß dieſe Elektricität der Luft der Elektricität des Körpers entgegen wirke, und ihre Wirkungen ſchwäche; und daß, ſo wie die Luft die Elektricität erhalte, ſie dieſelbe auch langſam wieder fahren laſſe.

Er fieng ſeine Verſuche damit an, daß er Zwirnsfäden an eine elektriſirte Kette hieng, wobey er bemerkte, daß dieſelben, nachdem er ſeine Kugel nur etliche Mal hatte herum drehen laſſen, ſehr ſtark aus einander fuhren. Nachher kamen ſie wieder näher an ein-

p) Lettere dell' elettriciſmo. p. 87.

einander, ungeachtet er die Kugel beym Umdrehen erhielt, und dieſelbe ſo ſtark, als jemals, elektriſch geworden war.

Als er die Kette eine Zeitlang im elektriſirten Zuſtande erhalten hatte, und alsdann mit dem Reiben aufhörte, fielen die Fäden allmählig zuſammen, bis ſie parallel hiengen. Hierauf fiengen ſie abermals an, aus einander zu fahren, ohne daß aufs neue elektriſirt worden war; und wenn die Luft ſtill geworden war, hielt dieß zweyte Auseinanderfahren eine Stunde, oder länger, an.

Dieß Auseinanderfahren ward durch das Elektriſiren der Kette vermindert. Denn, wenn die Kugel wieder umgedreht wurde, wurden die Fäden anfänglich parallel, und fiengen alsdann abermals, wie vorher, aus einander zu fahren an. Folglich fand das zweyte Auseinanderfahren der Fäden alsdann ſtatt, wenn die Kette ihre Elektricität verlohren hatte, und dasjenige, was die Luft erhalten hatte, ſich zu zeigen anfieng.

Wenn er unterdeſſen, da die Fäden von der Elektricität der Luft aus einander zu fahren anfiengen, die Kette berührte, und dadurch dasjenige, was noch von der Elektricität bey ihr zurückgeblieben war, hinweg nahm; ſo ſtießen ſich die Fäden noch weiter zurück. Mithin ward die Elektricität der Kette um ſo viel geringer, je mehr ſich die Elektricität der Luft zeigte.

Während die Fäden zum zweyten male aus einander fuhren, hieng er zwey andere Fäden, welche kürzer als die erſten waren, vermittelſt eines andern ſeidenen Fadens an die Kette, und bemerkte, daß dieſelben, wenn alle Elektricität der Kette ganz und

gar

gar hinweg war, ebenfalls, wie die erſtern, von einander fuhren. Wenn er andere Fäden an die erſtern, bey ihrem zweyten Auseinanderfahren, brachte, ſo flohen ſie insgeſammt von einander.

Auf ſolche Art bewieß alſo Beccaria, daß die Luft wirklich Elektricität durch Mittheilung annehme, und nach und nach wieder verliere; und daß die Elektricität der Luft der Elektricität desjenigen Körpers, welcher ihr dieſelbe zuführt, entgegen wirke.

Beccaria [q]) ſtellte noch andere Verſuche an, welche zum Beweiſe anderer gegenſeitigen Wirkungen der Luft und der elektriſchen Materie in einander dienten, insbeſondere einige, welche ihr gegenſeitiges Zurückſtoßen bewieſen, und daß die elektriſche Materie, indem ſie durch einen Theil der Luft hindurch gieng, auf eine Zeitlang einen luftleeren Raum bewirkte.

Er brachte die Enden zweyer Dräthe, in einer kleinen Entfernung von einander, in eine Glasröhre, woran das eine Ende verſchloſſen und das andere in Waſſer hineingeſenkt war, und bemerkte, daß das Waſſer jedesmal in der Röhre fiel, ſo oft ein Funke von dem einen zum andern fuhr, indem die elektriſche Materie die Luft zurückgetrieben hatte.

Er brachte den elektriſchen Schlag unzähligemal in ein und derſelben Luft, welche in eine Glasröhre eingeſchloſſen war, hervor, um zu erforſchen, ob die Elaſticität der Luft eine Veränderung dadurch erlitten hätte; er fand aber dergleichen nicht. Nach der Operation zerbrach er die Röhre unter dem Waſſer, aber es kam niemals Luft heraus, noch hatte ſich

q) Elettriciſmo artificiale e naturale. p. 110.

ſich auch das Waſſer mit Gewalt einen Weg in die Röhre gebahnt. Der Verſuch war mit aller Vorſicht in Anſehung der Hitze und Kälte, welche die Natur der Sache nur erforderte, angeſtellt worden.

Des Herrn Beccaria r) Verſuche mit dem Waſſer, welche deſſen Unvollkommenheit zu einem Leiter beweiſen, ſind noch merkwürdiger, als diejenigen, welche er mit der Luft vorgenommen hatte. Sie beweiſen, daß das Waſſer die Elektricität nach dem Verhältniſſe ſeiner Quantität leite, und daß eine geringe Quantität Waſſer dem Durchgange der elektriſchen Materie einen ſehr großen Widerſtand leiſte.

Er machte mit Waſſer angefüllte Röhren zu einem Theil des elektriſchen Kreiſes, und bemerkte, daß, wenn dieſelben ſehr klein waren, ſie keinen Schlag hindurch ließen, ſondern daß der Stoß ſtärker war, je weiter die dazu gebrauchten Röhren waren.

Das merkwürdigſte bey des Herrn Beccaria Verſuchen mit Waſſer war dieß, daß er den elektriſchen Funken in demſelben ſichtbar machte, ungeachtet es ein wirklicher Elektricitätsleiter war.

Er ſteckte Drathe, welche dicht an einander gebogen waren, in kleine mit Waſſer angefüllte Röhrchen, ließ den elektriſchen Funken hindurch gehen, und bemerkte, daß derſelbe zwiſchen ihre Spitzen ganz ſichtbar war, als wenn gar kein Waſſer dazwiſchen geweſen wäre. Die Röhren zerplatzten dabey gemeiniglich, und die zerbrochenen Theile wurden weit hinweg geſchleudert. Dieß ward augenſcheinlich durch den Widerſtand des Waſſers, und deſſen Unvermögenheit, ſich comprimiren zu laſſen, verurſacht. Dieſer Wi-

r) Elettricismo artificiale e naturale. p. 113.

derſtand, durch welchen eine geringe Quantität Waſſer durch das elektriſche Fluidum zurückgeſtoßen wird, iſt erſtaunlich. Durch eine Ladung von 400 Quadratzoll zerbrach Beccaria eine Glasröhre, welche zwey Linien dick war. Die Stücke wurden 20 Fuß weit getrieben. Ja, er zerſprengte mannichmal Röhren von acht bis zehn Linien in der Dicke, und die Stücke wurden nach Proportion weit weggetrieben.

Lullin [s]) verſichert, noch weit ſtärkere Wirkungen hervorgebracht zu haben, wenn er den elektriſchen Funken, anſtatt in Waſſer, in Oel ſichtbar machte.

Beccaria [t]) fand, daß die Wirkung der elektriſchen Funken auf das Waſſer heftiger ſey, als wenn ein Funke ordentlichen Feuers Schießpulver entzündet. Er glaubte, daß eine mit Waſſer gefüllte Kanone ſchrecklichere Wirkung thun würde, als eine mit gewöhnlicher Ladung, wenn man eine ſchickliche Methode ausfindig machen könnte, dieſes eben ſo leicht zu bewerkſtelligen. Er lud wirklich eine Glasröhre mit Waſſer, in welche er eine kleine Kugel ſteckte; dieſe fuhr mit einer ſolchen Gewalt heraus, daß ſie ſich in den Thon einwühlte, welchen er zu dieſem Ende bey der Hand hatte.

Dieſer Widerſtand, welchen geringe Quantitäten Waſſer der elektriſchen Materie leiſten, war ſeiner Meynung nach ſtärker, als der Widerſtand, welchen die Luft derſelben thut. Und dennoch hielt er es für möglich, daß in dieſem Falle die elektriſche Materie nicht auf das Waſſer unmittelbar, ſondern auf

s) Diſſ. phyſ. de electricitate. Genev. 1766. 8. p. 26.
t) Lettere dell' elettriciſmo. p. 74. ſq.

auf die darin befindliche Luft wirkte. Denn wenn die Röhren nicht zerbrachen, ſo bemerkte er, daß ſich eine Menge Luftbläschen durch die ganze Waſſermaſſe hindurch loß machte, in die Höhe ſtieg, und ſich mit der Atmoſphäre vermiſchte.

Seiner Meynung nach wirkte auch die elektriſche Materie auf die in allen Körpern eingeſchloſſene Luft, obgleich dieß durch keinen Verſuch erweislich gemacht werden konnte.

Dagegen behauptete er, daß die Wirkung der elektriſchen Materie die elaſtiſche Luft zu figiren ſuchte, durch Erregung einer ſchweflichten Materie, von welcher Hales zeigte, daß ſie dergleichen Eigenſchaft beſäße.

Wenn ein Waſſertropfen zwiſchen die Spitzen zweyer Dräthe gebracht und ein ſtarker Schlag hindurch geführt ward, ſo ſpritzte das Waſſer auf gleiche Weiſe inwendig in einer Glaskugel, worin ſich dieſelben insgemein befanden, aus einander. Auf eben die Art vermuthete er auch, daß die Wirkung der elektriſchen Materie das Ausdünſten des Waſſers beförderte.

Ließ er einen elektriſchen Schlag durch eine Quantität Waſſer gehen, welches auf eine platte Oberfläche hingegoſſen war, woſelbſt einige Theile des Umkreiſes mit Fleiß beynahe trocken gelaſſen waren, ſo wurden dieſe Theile weit eher völlig trocken, als ſie es geworden wären, wenn kein Schlag hindurch gegangen wäre.

Aus demſelben Grundſatze erklärt er das vorgegebene Zerſpringen der Blutgefäße in kleinen durch

den

den elektriſchen Schlag getödteten Vögeln. Und wenn eine Muskel ſich nach dem Schlage zuſammenzieht, ſo rührt dieß ſeiner Meynung nach von der Ausdehnung der in den Muskelfaſern enthaltenen Flüſſigkeiten her, da indeſſen die elektriſche Materie durch dieſelben hindurchgeht.

Seiner Meynung nach leitet ein grünes Blatt einen elektriſchen Schlag weit beſſer, als Waſſer von gleicher Dicke. Ueberdieß fand er, daß ſogar Metall kein vollkommener Leiter der Elektricität war, ſondern dem Durchgange der Elektricität etwas widerſtand. Er brachte dieß zur Gewißheit durch Abmeſſung der Zeit, da dieſelbe bey ihrem Durchgange durch lange und kurze Drathe aufgehalten ward, der vorher angeſtellten Verſuche ungeachtet, welche das Gegentheil zu beweiſen ſchienen.

Er hieng einen Drath von 500 Pariſ. Fuß in einem großen Gebäude auf, und bemerkte vermittelſt eines Pendels, welches halbe Sekunden ſchlug, daß leichte Körper, welche unter einer Kugel von Goldpapier an dem einen Ende angebracht wurden, ſich nicht bewegten, bis wenigſtens Eine Schwingung dieſes Pendels erfolgt war, nachdem er den Drath einer Phiole an das andere Ende gehalten hatte.

Als er denſelben Verſuch mit einer hanfenen Schnur anſtellte, konnte er ſechs und mehrere Schwingungen zählen, ehe ſich die Körper bewegten; nachdem er aber die Schnur naß gemacht hatte, kamen dieſe leichten Körper nach zwey oder drey Schwingungen in Bewegung. Indeſſen behauptet er nicht, daß die elektriſche Materie bey ihrem Fortgange alle dieſe Zeit gebraucht habe, ehe ſie die leichten Körper in

die

die Höhe heben konnte. Er glaubte aber, daß dieſelbe ſich weit geſchwinder bewege, nach dem Verhältniſſe als die Körper vorher mehr oder weniger von dieſer Feuchtigkeit in ſich hatten. In dieſer Meynung ward er durch verſchiedene Erſcheinungen in der Atmoſphäre beſtärkt, beſonders da er den Fortgang einer Quantität elektriſcher Materie in der Luft ſehr deutlich wahrnahm, ſo wie ſie ſeinen Drachen zu treffen fortruckte.

Beccaria wiederholte auch die Verſuche des Franklin, elektriſche Atmoſphären vermittelſt des Rauchs von Colophonium, welches er zu dieſer Abſicht dem Harze vorzog, ſichtbar zu machen. Hiebey bemerkte er verſchiedene Umſtände, welche Hrn. Franklin entgangen waren. Er machte den Colophonium auf Kohlen heiß, welche er in einem Löffel unter einem elektriſirten metalliſchen Würfel hielt, und bemerkte, daß, wenn ein Theil des Rauchs nach dem Würfel in die Höhe ſtieg, ein anderer den Stiel des Löffels bedeckte und ſich nach ſeiner Hand zu ausbreitete. Der Rauch lag auf den flachen Theilen des Würfels höher, als auf den Ecken und Winkeln. Wenn man einen Funken aus dem Leiter zog, ſo kam der Rauch in eine heftige Bewegung, nahm aber alſobald ſeine vorige Stellung wieder an. Der Würfel mit ſeinem Dunſtkreiſe gab ſtärkere und längere Funken, als ein Würfel, der mit keiner Atmoſphäre umgeben war. Es ließ ſich aus demſelben vermittelſt des Löffels ein ſtärkerer Funken, als vermittelſt irgend eines andern Körpers, herausbringen.

Als er den Löffel iſolirt hatte, bemerkte er, daß nur wenig Rauch ſich nach dem Würfel hinzog, und daß derjenige Theil, welcher ſich etwa demſelben näher-

näherte, von ihm nicht mehr Veränderungen erlitt, als von irgend einem andern Körper erfolgt wäre. Als er ſeinen Finger an den Löffel legte, ſtellten ſich die vorigen Erſcheinungen wieder ein. Nahm er denſelben wieder hinweg, ſo zertheilte ſich der Rauch wieder, welcher ſich an den Würfel angeſetzt hatte.

Ein gewiſſer Heinrich Eeles u) zu Lismore in Irland führt einen von ihm angeſtellten Verſuch an, welcher ſeiner Meynung nach bewieß, daß Dampf und mancherley Ausdünſtungen elektriſch wären. Sein Aufſatz, welcher dieſe Nachricht enthält, ward den 23. April 1755 der königl. Societät vorgeleſen.

Er elektriſirte ein Stück von einer Pflaumfeder, welches an die Mitte einer langen ſeidenen Schnur aufgehängt war, und machte, daß allerhand Dampf und Rauch darunter hinweg und mitten hindurch gieng. Hier beobachtete er, daß deſſen Elektricität nicht im mindeſten vermindert war, als es ſeiner Meynung nach nothwendig hätte geſchehen müſſen, wenn der Dampf unelektriſch geweſen wäre, und mithin einen Theil der elektriſchen Materie, womit die Pflaumfeder geladen war, mit hinweg genommen hätte. Er bemerkte, daß die Wirkung einerley war, es mochte die Pflaumfeder mit Glas, oder aber mit Wachs elektriſirt worden ſeyn, welches ſich, wie er glaubte, nicht leicht erklären läßt.

Auf dieſen Verſuch antwortete D. Erasmus Darwin x), von Lichtfield, in einem an die königl. Societät abgelaſſenen und am 5. May 1757 vorgeleſenen Schreiben, daß verſchiedene elektriſirte Körper,

u) Philoſ. Tranſ. Vol. XLIX. P. I. p. 153.
x) Ibid. Vol. L. P. I. p. 252.

per, und insbeſondere alle leichte, trockene, animaliſche und vegetabiliſche Subſtanzen, ihre Elektricität nicht leicht fahren laſſen, wenn ſie gleich eine beträchtliche Zeitlang mit Leitern berührt würden. Er berührte eine Feder, welche, ſo wie Eeles Pflaumfeder, elektriſirt worden war, neunmal mit ſeinem Finger, und fand ſie noch immer elektriſch. Eine Korkkugel ward innerhalb 10 Sekunden ſiebenmal berührt, ehe ſie erſchöpft war.

Kinnersley [y]) von Philadelphia berichtet in einem im März 1761 erlaſſenen Schreiben ſeinem Freunde Franklin, welcher ſich damals in England aufhielt, daß er nicht vermögend wäre, vermittelſt des Dampfes von elektriſirtem ſiedenden Waſſer irgend etwas elektriſch zu machen; woraus er ſchloß, daß der Dampf wenig elektriſch aufſteige und daß er vielmehr ſeinen Theil gewöhnlicher Elektricität zurück laſſe.

Um die Wirkungen der Elektricität auf die Luft zu verſuchen, erfand Kinnersley ein Inſtrument, welches er ein elektriſches Luftthermometer nennt. Es beſtand in einer Glasröhre, welche ohngefähr 11 Zoll lang war und 1 Zoll im Durchmeſſer hatte, und die Luft darin verſchloſſen hielt; an dem einen Ende dieſer Glasröhre gieng durch die meſſingene Platte, womit dieß Ende geſchloſſen war, ein an beyden Seiten offenes Röhrchen hindurch, und endigte ſich in etwas Waſſer auf dem Boden der Glasröhre. In dieſem Apparat ſteckte er zwey Dräthe, wovon der eine von der meſſingenen Platte am obern Ende hernieder, und der andere von der meſſingenen Platte an dem untern Ende hinauf gieng, wodurch er einen Krug

y) Philoſ. Tranſ. Vol. LIII. P. I. p. 84.

Krug entladen, oder einen elektriſchen Funken hindurch gehen laſſen, und zugleich die Ausdehnung der Luft in dem Gefäße an dem Aufſteigen des Waſſers in dem Röhrchen wahrnehmen konnte. Mit dieſem Inſtrumente ſtellte er folgende Verſuche an, welche ſich in einem am 12. März 1761 an Franklin abgelaſſenen Schreiben befinden.

Er ſtellte dieß Thermometer auf ein elektriſches Geſtelle mit der um den Conduktor herumgelegten Kette, und hielt es eine geraume Zeit wohl elektriſirt. Allein dieß war von keiner ſonderlichen Wirkung; woraus er ſchloß, daß die elektriſche Materie, wenn ſie in dem Stande der Ruhe ſich befindet, nicht mehr Hitze beſäße, als die Luft und andere Materien, worin ſie ſich aufhält.

Wenn die beyden Dräthe in dem Werkzeuge einander berührten, ſo brachte eine ſtarke Ladung Elektricität, von ohngefähr 30 Quadratfuß belegter Glasfläche, gar keine Verdünnung der Luft hervor; woraus erhellte, daß die Dräthe von dem durch dieſelben hindurch gehenden Feuer nicht erhitzt worden waren.

Waren die Dräthe ohngefähr 2 Zoll weit von einander, ſo verdünnte die Ladung von einer drey Pint haltenden Bouteille, indem ſie von dem einen zum andern fuhr, die Luft ſehr merklich; zum Beweiſe, daß die elektriſche Materie, wie Kinnersley ſagt, durch eine ſchnelle Bewegung, ſowohl bey ſich ſelbſt, als auch in der Luft, Hitze hervorbringe.

Die Ladung eines Kruges, worin ohngefähr $5\frac{1}{2}$ Gallons giengen, verurſachte, als ſie von einem Drathe zum andern gieng, eine ſehr ſtarke Ausdehnung der Luft; und die Ladung ſeiner Batterie von 30

Quadratfuß belegten Glaſes hob das Waſſer in dem kleinen Röhrchen ganz bis oben in die Höhe. Bey der Vereinigung der Luft ſenkte ſich die Waſſerſäule, vermöge ihrer Schwere, augenblicklich nieder, bis ſie im Gleichgewicht mit der verdünnten Luft war. Sie fiel alsdann wieder allmählig, ſo wie die Luft erkaltete, und nahm ihren vorigen Standpunkt wieder ein. Durch ſorgfältiges Beobachten, in welcher Höhe das niederſinkende Waſſer ſtehen blieb, konnte der Grad der Verdünnung, wie er verſichert, erkannt werden, welcher bey ſtarken Exploſionen ſehr beträchtlich war.

Hiebey iſt zu bemerken, daß das erſte ſchnelle Emporſteigen des Waſſers in der Röhre bey einer hervorgebrachten Exploſion nicht der Verdünnung der Luft durch Hitze, ſondern der durch die Elektricität fortgetriebenen Quantität von Luft zuzuſchreiben ſey. Bloß alsdann, wenn dieß erſte ſchnelle Emporſteigen nachgelaſſen hat, kann, wie Kinnersley bemerkt, der Grad der Verdünnung derſelben durch die Hitze geſchätzt werden; nämlich nach der Höhe, in welcher das Waſſer alsdann über den gemeinen Waſſerpaß hinausſteht.

Franklin hatte behauptet, daß Eis den elektriſchen Schlag nicht ableite; und Bergmann[z]) zeigt in einem an Wilſon abgelaſſenen und der königl. Societät am 20. Nov. 1760 vorgeleſenen Sendſchreiben, daß eine kleine Quantität Waſſer eben ſo wenig den elektriſchen Schlag ableite, als das Eis beym Franklin'ſchen Verſuche gethan hatte, wobey ſich derſelbe eines Eiszapfens bedient zu haben ſcheint, welchen Bergmann zu dieſer Abſicht nicht für groß genug

z) Philoſ. Tranſ. Vol. LI. P. II. p. 908.

genug hielt. Er vermuthete daher, daß große Quantitäten Eis einen elektriſchen Schlag eben ſo vollkommen, wie eine große Quantität Waſſer, ableiten dürften.

Indeſſen ſcheint es, daß er nachher ſeine Meynung in Anſehung des Eiſes geändert habe: denn in einem folgenden Aufſatze, welcher am 18. März 1762 der königlichen Societät vorgeleſen ward, ſagt er bey Gelegenheit, da er bemerkt hatte, daß Schnee den elektriſchen Schlag nicht ableite, daß er glaube, daß, wenn er ſich Platten Eis von gehöriger Dicke verſchaffen könnte, er dieſelben auf eben die Art, wie Glas, zu laden vermögend ſeyn würde.

Cigna [a]) war von der Unfähigkeit des Eiſes, einen Elektricitätsleiter abzugeben, ſo ſehr überzeugt, daß er ſich deſſelben bey einem gewiſſen Verſuche bediente, welcher zur Gewißheit zu bringen beſtimmt war, ob elektriſche Subſtanzen nach Franklin's Meynung mehr elektriſche Materie, als andere Körper, enthielten. Er ſchloß eine Menge Eis in ein gläſernes Gefäß ein, und wenn er daſſelbe durch Schmelzen an einem elektriſchen Körper in einen unelektriſchen verwandelt zu haben glaubte, ſo verſuchte er, ob es elektriſch geworden war; allein ungeachtet er nicht den geringſten Anſchein fand, daß daſſelbe mehr Fluidum erhalten hätte, als es in ſeinem neuen Zuſtande billig haben mußte, ſo ſcheint er doch ſeine Meynung nicht aufgegeben zu haben.

Bey allen dieſen Bemühungen zur Beſtimmung der leitenden Kraft verſchiedener Materien blieb doch noch manches unbeſtimmt und unzuverläſſig. Und über-

a) Miſcellanea Taurinenſ. 1765. p. 47.

überhaupt hatte man die Unterſuchungen über die leitende Kraft der Subſtanzen bey weitem noch nicht mit gehöriger Vollſtändigkeit angeſtellt. Um alſo dieſen wichtigen Gegenſtand mehr aufzuhellen, entſchloß ſich Prieſtley [b]), deßwegen mit mehreren Materien Verſuche anzuſtellen.

Da die Elektriſirer in ihrer Meynung von der Natur des Eiſes verſchieden waren, indem einige daſſelbe für einen Elektricitätsleiter, andere für einen Nichtleiter hielten, und ſogar behaupteten, daß es ſich, wie Glas laden ließe, ſo nahm Prieſtley, um die wahre Beſchaffenheit dieſer Sache zu entdekken, einen großen Eisſchollen, wuſch ihn recht rein, und ſchabte alle daran befindliche ſcharfe Ecken ab. Nachher iſolirte er ihn, als er des Nachts wieder vollkommen gefroren war. Als er hierauf eine Feder über deſſen Oberfläche hinweg gezogen hatte, fand er ſie ganz trocken; er elektriſirte ſie, und brachte aus allen ihren Theilen große Funken, welche nicht weniger, als einen Zoll lang waren. Ein Glasbecher ließ ſich daran eben ſo gut, wie an dem erſten Leiter laden; auch entladete er den Glasbecher durch dieſelbe hindurch, und längſt ihrer Oberfläche an verſchiedenen Orten, ſo daß er nicht weiter zweifelte, daß Eis beynahe ein eben ſo guter Elektricitätsleiter als Waſſer ſey. Um die Sache noch zu größerer Gewißheit zu bringen, ſetzte er einen geladenen Glasbecher auf das freye Feld, und entladete denſelben vermittelſt einer ſehr langen Kette längſt einer großen Oberfläche von Eis auf einem Teiche. Dieſe Oberfläche war ganz trocken, und der Froſt hielt zugleich ſtark an. Da aber Eis kein ſo guter Leiter iſt, wie Metall, wenn die

b) Geſchichte der Elektricität. S. 402 ff. d. deutſ. Ueberſ.

die mit der auswendigen Seite des Glasbechers verbundene Kette etwa 5 oder 6 Zoll vom Ringe des mit der auswendigen Seite des Glasbechers verbundenen Draths entfernt läge, ſo würde das Feuer nach der Kette längſt der Oberfläche des Eiſes fahren, ohne ſich hinein zu begeben. Daß Schnee kein ſo guter Leiter wie Eis ſey, rührt nach Prieſtley's Meynung vermuthlich daher, weil deſſen Theile nicht ſo dicht an einander liegen, wie im Eiſe.

Da Prieſtley ferner fand, daß die Elektriſirer in Anſehung der leitenden Kraft heißen Glaſes nicht völlig mit einander übereinſtimmten, und die Methoden, deren man ſich zum Beweiſe deſſelben bedient hatte, einigen Einwendungen unterworfen waren, ſo glaubte er durch folgenden Verſuch dieſe Streitfrage auf eine vollſtändigere Art, als bisher geſchehen war, zu entſcheiden. Er nahm eine ohngefähr 4 Fuß lange Glasröhre, goß etwas Queckſilber hinein, und belegte ohngefähr 9 Zoll ihres untern Theils auswendig mit Zinnfolie; hiernächſt ladete er dieſelbe, riß alsdann die Zinnfolie ſorgfältig herab, goß das Queckſilber heraus, ließ den geladenen Theil des Glaſes glühend heiß werden, und fand, als er den Ueberzug wieder darauf brachte, daß es entladen war.

Er wiederholte den Verſuch zum zweytenmale mit gleichem Erfolge, ſo daß er im geringſten nicht zweifelte, daß Glas, wenn es glühend heiß geworden, für das elektriſche Fluidum durchdringlich ſey. Es hätte nicht von innen nach außen herumgehen können, ohne eine Oberfläche von 6 Fuß Glas zu durchlaufen, wovon der größte Theil ſehr kalt, und alles zuſammen überaus trocken war.

Daß die Ladung beym Ausgießen des Queckſilbers nicht verloren gegangen war, ſchloß er daher, weil er bey der Wiederholung des Verſuchs, ohne dabey das Glas heiß zu machen, die Ladung nur ſehr wenig geſchwächt fand.

Als Prieſtley einige Zeit nachher mit Zubereitung einiges im Backofen gedörrten Holzes, um es zum Iſoliren zu gebrauchen, beſchäftigt war, fand er, daß es noch heiß aus dem Ofen gebraucht zu ſeinen Abſichten gar nicht dienlich war. Die Elektricität verlohr ſich dadurch in den Fußboden. Wenn er es aber in derſelben Lage ſo lange ſtehen ließ, bis es kalt geworden war, ſo iſolirte es recht gut.

Hierauf ließ er ein Stück im Ofen gedörrtes Holz, welches er vorher zum Iſoliren gebraucht hatte, recht ſtark heiß werden; und als es ſo heiß war, daß er es kaum mit ſeiner Hand halten konnte, zog es aus dem Leiter einen dünnen Funken, ungefähr von der Länge eines Zolls; einen Glasbecher aber entladete es nicht auf einmal. Indeſſen that es dieß ohne Geräuſch, faſt eben ſo gut, wie feuchtes Holz.

Die Betrachtung der leitenden Kraft der Kohle, und die Art, wie dieſelbe entſteht, indem man nämlich brennbare Subſtanzen an einem verſchloſſenen Orte und gemeiniglich ohne Flamme verbrennt, brachte Prieſtley'n zur Anſtellung einiger Verſuche über die leitende Kraft der Ausſtrömungen aus flammenden Körpern, eben zu der Zeit ihres Herausgehens; denn, ſagt er, es mögen übrigens dieſe Ausſtrömungen beſtehen, worin ſie wollen, ſo ſcheinen ſie einiger Maaßen die leitende Subſtanz zu enthalten. Eben dieſe Subſtanz, welche nicht anders, als in

Flamme, nicht aber im Rauche verfliegen kann, macht in dieſem Falle einen Körper zum Leiter; da hingegen, wenn man ſie verfliegen läßt, die leitende Kraſt dadurch geſchwächt wird.

Man hatte bereits die leitende Kraſt der Flamme eines Lichts beobachtet, ſie aber nicht mit der leitenden Kraſt anderer Körper verglichen. Einige hatten behauptet, daß es nichts anders, als die der benachbarten Luft mitgetheilte Hitze wäre. Die Verſuche des Herrn Prieſtley ſcheinen dieſer Meynung entgegen zu ſeyn, und dagegen die vorerwähnte zu beſtätigen.

Als er eine kleine Phiole höchſtens eine Sekunde lang, 2 oder 3 Zoll von der Flamme eines Lichts, theils über theils unter derſelben, wo die Hitze nicht ſehr beträchtlich war und faſt gar keine Verdünnung der Luft ſtatt fand, gehalten hatte, ward dieſelbe gänzlich entladen. Der Erfolg war derſelbe, er mochte ſich der Flamme eines Wachslichts oder der Flamme von Weingeiſt bedienen. Als er dieſelbe einer glühend gemachten Feuerſchaufel näher hielt, ward ſie faſt nicht ſo geſchwind entladen; und wenn er ſie ganz nahe an ein Stück glühend gemachtes Glas hielt, ward ſie gar nicht entladen, außer vermittelſt einer Exploſion, welche durch das heiße Glas verurſacht worden zu ſeyn ſchien. Eben dergleichen Erſcheinungen erfolgten, als er das Licht, die Feuerſchaufel und das heiße Glas nahe an den erſten Leiter brachte. Auch fand er, daß vorgedachte kleine Phiole im Brennpunkte eines Hohlſpiegels keinesweges zu entladen war.

Der oben erwähnte kleine Glasbecher aber ward bey dieſen Verſuchen in aller Stille entladen; und ungeachtet dieſe Verſuche offenbar für die leitende Kraft der Ausſtrömungen, welche in der Flamme verfliegen, zu ſeyn ſchienen, ſo waren ſie doch nicht völlig entſcheidend. Nachher aber, als er eine elektriſche Batterie angelegt hatte, wiederholte er die Verſuche auf eine weit einleuchtendere und überzeugendere Art.

Er hielt die Flamme eines Lichts zwiſchen zwey meſſingene Knöpfe, wovon der eine mit dem Inwendigen und der andere mit dem Auswendigen der Batterie verbunden war, und bemerkte, daß, ſo wie ſich die Flamme denſelben näherte, ſie in eine ungemein lebhafte zitternde Bewegung zu gerathen anfieng, auf beyden Seiten ſtark nach jedem Knopfe angezogen ward, und den Docht oben bloß ließ. Sobald die Flamme gänzlich zwiſchen beyden meſſingenen Dräthen war, ward die Batterie mit einem male 3½ Zoll weit entladen.

Als er den leuchtenden Dacht eines ſo eben ausgelöſchten Lichts den meſſingenen Dräthen nahe hielt, ward er ungemein lebhaft angefacht; und wenn er zwiſchen denſelben gehalten ward, nachdem ſie ungefähr einen Zoll weit von einander gebracht wurden, ſo erfolgte eine Entladung, und das Licht ward wieder angeblaſen.

Um die leitende Kraft der Flamme mit der leitenden Kraft anderer Körper, welche mehr Hitze, aber weniger Ausſtrömungen haben, zu vergleichen, brachte er eine glühende Feuerſchaufel zwiſchen beyde Ruthen; die Entladung der Batterie aber geſchah nicht eher, als bis die Ruthen ohngefähr 1½ Zoll einander

der genähert wurden, ſo daß die Explosion ohngefähr noch einmal ſo weit als gewöhnlich erfolgte, denjenigen Raum, welchen die Feuerſchauſel einnahm, mit einbegriffen, da doch die Luft in der Nachbarſchaft der Feuerſchaufel über zehnmal heißer, als in der Nachbarſchaft des Lichts war, in Anſehung der Entfernung, in welcher man ſie von den Ruthen hielt. Auf beyden Seiten der glühenden Feuerſchaufel zeigte ſich ein unvollkommener Kreis, gleich denjenigen, welche ſich auf jedem Knopfe einfanden.

Hierauf legte er ein Stück glühendes Glas dazwiſchen, welches zwar eine eben ſo ſtarke Hitze, wie das Eiſen, annimmt, aber weniger Ausſtrömungen von ſich läßt; es bewirkte aber die Entladung nicht eher, als bis er die meſſingenen Dräthe einen Zoll an einander gebracht hatte; welches ſo nahe war, daß das Glas beyde faſt berührte.

Bey vorgenommener Veränderung der Verſuche, in Anſehung des Hinweggehens der elektriſchen Exploſion über die Oberflächen verſchiedener Körper, entdeckte er von ohngefähr, was für ein überaus ſchlechter Leiter eine jede Art von Oel ſey. Er glaubte daher, daß daſſelbe vielmehr unter die Klaſſe elektriſcher Subſtanzen zu bringen ſey, ungeachtet er vorher der Meynung geweſen war, daß Oel, in Anſehung ſeiner leitenden Kraft, vom Waſſer eben nicht verſchieden wäre.

Er legte eine mit dem Auswendigen ſeiner Batterie communicirende Kette auf eine Schüſſel mit geſchmolzenem Talge, brachte einen mit dem Inwendigen verbundenen meſſingenen Drath daran, um die Entladung zu vermitteln, indem die Exploſion über die Oberfläche des Talges, ohne ſich hinein zu begeben, hinwegfuhr,

und beobachtete zu ſeinem Erſtaunen, daß nicht nur die elektriſche Materie die Oberfläche ergriff, ſondern daß ſich auch, ungeachtet dieſelbe eine Talgſäule in einer Entfernung von ohngefähr $\frac{3}{4}$ Zoll an ſich zog, von der Ladung ſehr wenig zerſtreut hatte. Er wiederholte dieſen Verſuch mit gleichem Erfolge mit Baumöl, mit klarem Terpentinöl, und ſogar mit Aether. Er brachte das In- und Auswendige der Batterie 10 Minuten lang in eine Verbindung mit einem Teller voll gemeinen Baumöls, ohne daß er wahrgenommen hätte, daß die Ladung mehr zerſtreut worden wäre, als außer der Verbindung geſchah. Bey dem Aether verwunderte er ſich, daß er auf dieſe Art kein Feuer fieng.

Aus dieſen Verſuchen ſchloß er, daß Flüſſigkeit zur leitenden Kraft im geringſten nichts beytrage. Um ſeine Verſuche mit Oelen vollſtändig zu machen, füllte er Flaſchen mit allerley Oelen, und fand ſie insgeſammt zur Hervorbringung eines Erſchütterungsſchlages unvermögend. Jedoch bemerkte er, daß dieſe Methode, die leitende Kraft der Subſtanzen zu probiren, da man dieſelben in Flaſchen einſchließt und dadurch einen erſchütternden Schlag hervorzubringen ſucht, eben nicht ſehr richtig ſey, weil man dieſelben dabey für beſſere Leiter anſieht, als ſie doch wirklich ſind. Kleingeſtoßenes Glas, Schwefelblumen, und andere elektriſche Subſtanzen, verurſachten eine beträchtliche Erſchütterung; eine Flaſche hingegen, welche nichts als Luft enthielt, gab einen weit ſtärkern Schlag, als irgend eine derſelben, ungeachtet der hineingeſteckte Drath ſehr ſtumpf war und in der Mitte der Flaſche erhalten ward. Da dieſe Verſuche offenbar zeigten, daß Oel bey weitem kein ſo

guter Leiter ſey, als Luft, ſo ſuchte er eine Oeltafel ſo zu laden, wie man eine Glastafel zu laden pflegt, und durchborte in dieſer Abſicht einen gläſernen Präſentirteller, vermittelſt deſſen er beyden Seiten einer gewiſſen Quantität hineingegoſſenen Oels einen Ueberzug von Zinnfolie gab; allein der Rand des Tellers war nicht groß genug, ſo viel zu faſſen, daß es die erforderliche Dicke bekommen hätte; ſonſt zweifelte er nicht, daß man dadurch weit beſſer, als durch Luft, einen Erſchütterungsſchlag hätte hervorbringen können.

Alle ſalzige Subſtanzen, welche er in Unterſuchung zog, zeigten ſich überhaupt als ziemlich gute Leiter. Er verſuchte die meiſten derſelben auf die Art, daß er die Entladung der Batterie durch dieſelben, nachdem er ſie iſolirt hatte, vermittelte. Beym Entladen der Batterie mit einem Stücke Alaun war die Exploſion von einem beſondern Laute, gleich dem Geziſche einer mit Pulver angefüllten Rakete, begleitet. Steinſalz leitete ziemlich, jedoch nicht völlig ſo gut, wie Alaun. Der dabey zum Vorſchein gekommene elektriſche Funke war beſonders roth.

Salmiak übertraf beyde an leitender Kraft, gab aber nicht den geringſten merklichen Funken, ſo daß derſelbe eine unendliche Menge der feinſten Spitzen auszumachen ſchien. Flüchtiger Salmiakgeiſt, den er bloß in einer Phiole probirte, gab eine geringe Erſchütterung. Salpeter leitete nicht ſo gut, wie Salmiak. Da er die elektriſche Exploſion über deſſen Oberfläche hinwegfahren ließ, ward er in eine Menge kleiner Stückchen nach allen Richtungen mit einer ziemlichen Gewalt zerſtreut. Selenitiſches Salz ließ zwar einen Erſchütterungsſchlag, aber ſehr ſchwach, hindurch. Mit Vitriolſäure geſättigter Weinſtein gab einen

einen geringen Schlag. Weißer Zucker ſchien eine Ausnahme zu machen.

Die metalliſchen Salze leiteten überhaupt beſſer, als andere Mittelſalze. Blauer und grüner Vitriol leiteten ſehr gut, wiewohl ſie keinen Erſchütterungsſchlag hindurch ließen.

Erze, mit welchen Prieſtley Verſuche anſtellte, zeigten eine ungemein verſchiedene leitende Kraft. Die meiſten leiteten nicht viel beſſer, als gemeine Steine.

Alle ſteinartige Subſtanzen leiteten, ob ſie gleich trocken und warm waren, gut. Unter flüſſigen Subſtanzen leitete Vitriolöl ziemlich gut; und höchſt rectificirter Weingeiſt gab eine Erſchütterung, die derjenigen, welche Waſſer giebt, ziemlich nahe kam.

Endlich bemerkt Prieſtley noch, daß die von ihm angeführten Verſuche meiſtentheils nur einzelne wären, worauf ſich eben keine ſichere Rechnung machen ließe.

Die wichtigſten Verſuche und Entdeckungen, welche in dieſem Zeitraume gemacht worden ſind, beziehen ſich auf die Beſtimmung der poſitiven und negativen Elektricität und der ſogenannten elektriſchen Wirkungskreiſe.

Bis gegen das Jahr 1753 hatte man allgemein geglaubt, daß einerley Elektricität durch einerley elektriſchen Körper hervorgebracht werde. Das Reiben des Glaſes hatte beſtändig eine poſitive, und das Reiben des Siegellacks u. ſ. allemal eine negative Elektricität erzeugt. Dieß hielt man für weſentliche und unveränderliche Eigenſchaften dieſer Subſtanzen, und daher

daher ward von einigen die eine die glashafte, und die andere die harzige Elektricität genannt; und negativ zu elektriſiren, oder eine harzige Elektricität vermittelſt des Glaſes hervorzubringen, hielt man für eben ſo unmöglich, als ganz und gar durch Reiben des Kupfers oder Eiſens zu elektriſiren. Canton bemerkte aber, daß es bloß von dem Reibzeuge und von der Oberfläche des Glaſes abhienge, ob es poſitiv oder negativ elektriſch gemacht werde. Auf welche Art Canton auf dieſe Entdeckung gekommen iſt, hat er nicht angezeigt. Vor Mittheilung der Entdekkung ſelbſt bemerkt er, daß Siegellack eine poſitive Elektricität beſitze, womit daſſelbe überzogen iſt. Er machte eine Stange Siegellack, welche ohngefähr 2½ Fuß lang war und 1 Zoll im Durchmeſſer hatte, durch Reiben elektriſch, hielt dieſelbe in der Mitte, und zog eine elektriſch gemachte Glasröhre einige mal über einen Theil derſelben, ohne den andern zu berühren, hinweg. Der Erfolg davon war, daß die eine Hälfte, welche der Wirkung des elektriſch gemachten Glaſes ausgeſetzt geweſen war, poſitiv, und die andere Hälfte negativ elektriſch geworden war; denn die erſtere Hälfte vernichtete die zurückſtoßende Kraft durch Glas elektriſirter Kugeln, da hingegen die andere Hälfte dieſe Kraft verſtärkte [c]).

Die Verſuche [d]), welche beweiſen, daß die Erſcheinungen der poſitiven und negativen Elektricität von der Fläche der elektriſchen Körper und des Reibzeuges abhangen, wurden zu Ende des Decemb. 1753 angeſtellt.

Nach-

c) Philoſoph. Tranſact. Vol. XLVIII. P. I. p. 356.

d) Ibid. P. II. p. 782.

Nachdem er eine Glasröhre mit einem Stück Bleyfolie und einer Maſſe aus Schmergel und Waſſer ſo lange gerieben hatte, bis ſie gar nicht mehr durchſichtig war, und dieſes vollkommen hatte trocknen laſſen, ſo rieb er es mit neuem Flanell, und fand, daß es in allen Abſichten genau ſo wirkte, wie geriebener Schwefel und Siegellack. Das elektriſche Feuer ſchien aus der Spitze des Fingers zu fahren, und ſich auf die Fläche der Röhre auf eine ſehr ſchöne Art auszubreiten.

Wenn man aber die rauhe Röhre überall mit einem Talglichte beſchmierte, und es ſo viel als möglich mit einem Tuche wieder abwiſchte, ſo nahm das mit Oel getränkte Seidenzeug eine Art von Politur an, indem man ſie damit rieb, und nachdem es einigemal auf- und niedergezogen worden war, verurſachte es, daß die Röhre eben ſo wirkte wie vorhin, da ſie mit Flanell gerieben ward.

Die öligte Seide, wenn ſie mit gemeiner oder ſpaniſcher Kreide beſtrichen worden war, machte, daß die mit Talg beſchmierte rauhe Röhre wieder eben ſo wirkte, wie eine polirte; wenn aber das Reiben ſo lange fortgeſetzt ward, bis das Zeug, womit man rieb, ſehr glatt geworden war, ſo ward die elektriſche Kraft wieder ſo, wie ſie beym Schwefel, Siegellack u. ſ. war.

Auf ſolche Art, ſagt er, kann man die elektriſche Kraft, ſowohl die poſitive als negative, nach Belieben hervorbringen, wenn man die Flächen der Röhre und des Zeuges, womit man reibt, verändert; nachdem die eine oder die andere durch das Reiben zwiſchen beyden am meiſten angegriffen wird. Denn wenn

wenn von einer Hälfte der Röhre die Politur weggenommen wird, ſo kann man, wenn man das Reibzeug einmal hinunter zieht, beyde elektriſche Kräfte erregen; und das Zeug läßt ſich leichter über die rauhen Theile ziehen, als über die glatten.

Daß polirtes Glas poſitiv, und unebenes mit Flanell geriebenes negativ elektriſirt ſey, ſcheint auch ſchon daraus zu erhellen, weil zwiſchen dem Knöchel oder der Spitze des Fingers und beyderley Röhren ein Licht erſcheint. Es kann aber dieſes, wie Canton glaubt, noch mehr dadurch beſtätigt werden, daß ein glattes Glasrohr, wenn es mit glattem in Oel getränktem Seidenzeuge erhitzt wird, bey jedem Zuge, wenn man die Hand wenigſtens 3 Zoll hoch über dem Reibzeuge hält, aus einander fahrende Pinſel von elektriſchem Feuer in großer Anzahl auswirft; doch hatte er dergleichen nie an geriebenem Schwefel, Siegellack u. ſ. geſehen, auch hatte er durch das bloße Reiben dieſer Körper nie eine merkliche Veränderung in der Luft eines Zimmers erregen können. Die Glasröhre hingegen, wenn ſie ſo gerieben ward, daß ſie Pinſel auswarf, machte in einigen Minuten die Luft ſo ſtark elektriſch, daß, wenn die Röhre hinweggebracht war, ein Paar Kugeln, ohngefähr ſo groß, wie die kleinſten Erbſen, aus Kork oder aus Hollundermark geſchnitten und an einem Drathe an Zwirnsfaden von 6 Zoll Länge aufgehängt, ſich auf $1\frac{1}{2}$ Zoll weit von einander abſtießen, wenn ſie mit ausgeſtrecktem Arme mitten im Zimmer gehalten wurden.

Nach dieſen Verſuchen des Herrn Canton ſtellte Wilſon e) verſchiedene Verſuche an, welche über die-

e) Philoſ. Tranſ. Vol. LI. P. I. p. 331.

dieſen Gegenſtand mehr Licht verbreiteten. Er zog hieraus den Schluß, daß, wenn zwey elektriſche Körper an einander gerieben werden, derjenige, deſſen Subſtanz am härteſten und deſſen elektriſche Kraft am ſtärkſten iſt, allemal mehr, und der weichſte und ſchwächſte weniger elektriſch werde.

Als er den Tourmalin und Agtſtein an einander rieb, brachte er an beyden Seiten des erſtern eine ſtärkere, und an dem letztern eine geringere Elektricität hervor; rieb er hingegen den Tourmalin und Diamant an einander, ſo wurden beyde Seiten des Tourmalins weniger, und der Diamant mehr elektriſch.

Dieſe Verſuche, welche ſeiner Meynung nach dieſen Satz völlig beſtätigten, munterten ihn auf, zu verſuchen, welche Wirkung das Reiben oder das Treiben der Luft nach verſchiedenen elektriſchen Körpern haben würde, und er fand dieſe Wirkung ſehr beträchtlich. Zu dieſen Verſuchen gebrauchte er bloß einen gemeinen Blaſebalg, und er ſtellte den erſten Verſuch mit dem Tourmalin an. Er brachte denſelben nahe vor die Röhre des Blaſebalges, und fand, daß, nachdem er ohngefähr 20 mal dagegen geblaſen hatte, derſelbe auf beyden Seiten mehr elektriſch geworden war. Die Luft ſchien daher nicht ſo ſtark elektriſch zu ſeyn, als der Tourmalin.

An die Stelle des Tourmalins brachte er eine Glasſcheibe, und ließ das Gebläſe eben ſo oft, wie bey dem vorigen Verſuche, dagegen gehen, unterſuchte hierauf beyde Seiten, und fand, daß ſie ebenfalls mehr, jedoch nicht ſo ſtark wie der Tourmalin, elektriſch geworden waren.

Agt-

Agtſtein auf gleiche Art behandelt ward nicht ſo ſtark, als das Glas, elektriſch.

Hierauf verſuchte er daſſelbe mit einem Schmiede-Blaſebalge. Der Unterſchied, welchen dieſer verurſachte, beſtand bloß in einer weit ſtärkern Elektricität des Tourmalins.

Da er ſeine vorzüglichſte Aufmerkſamkeit auf die Zwiſchenmaterie, welche dieſe Körper umgiebt, gerichtet hatte, ſo überlegte er, ob die Hitze dieſelbe auf den Flächen der Lufttheilchen verdünne, und ob auf ſolche Art die Luft, deren Widerſtand vermindert worden, das elektriſche Fluidum weit leichter von ſich laſſe, und folglich weit ſtärker mache.

Er ließ die Blaſebalgröhre glühend heiß machen, und blies bloß 12mal, mithin 8mal weniger, als bey den vorigen Verſuchen mit kalter Luft, gegen den Tourmalin. Bey dieſem Verſuche ward der Tourmalin auf beyden Seiten mehr elektriſch, und weit ſtärker, als bey den vorigen Verſuchen. Die heiße Luft hatte dieſelbe Wirkung auf Glas, jedoch elektriſirte ſie daſſelbe nicht ſo ſtark, wie den Tourmalin; und Agtſtein, ungeachtet derſelbe, ſo wie die andern Körper durch dieſelbe Behandlung, eine Verſtärkung der Kraft erhielt, ward am allerſchwächſten elektriſch.

Daß die Luft, wenn ſie heiß war, weit ſtärker elektriſch machte, als wenn ſie kalt war, und daß der Tourmalin elektriſcher ward, als das Glas, und Glas elektriſcher als Agtſtein; dieſes ſcheint, ſagt Wilſon, einen Beweis abzugeben, daß die ganze Atmoſphäre, vermöge der Abwechſelungen von Wärme und Kälte, einen beſtändigen Zufluß des elektriſchen Flui-

dums befördere, imgleichen, daß die Luft nicht nur weniger elektriſch als der Tourmalin, ſondern auch weniger als Glas, oder ſogar Agtſtein ſey.

In einem andern am 13. Nov. 1660 der königl. Societät vorgeleſenen Aufſatze erzählt Wilſon [f]) einige Verſuche, welche, wie er behauptet, zeigen, daß eine mehrere Elektricität vermittelſt einer wenigern hervorgebracht werden könne.

Nachdem er die inwendige Seite einer großen leydenſchen Flaſche vermittelſt eines von einer elektriſch gemachten Glaskugel ableitenden Draths mehr elektriſch gemacht hatte, ſetzte er dieſelbe auf ein Geſtell von präparirtem Holze, nahm alsdann den ableitenden Drath hinweg, und verſchloß die Oeffnung der Flaſche mit einem gläſernen Stöpſel. Hierauf brachte er das ſpitzige Ende eines elfenbeinernen Leiters der Mitte der Flaſche gegenüber, und ungefähr 2 Zoll weit davon. Indem dieſes geſchah, wurden die Kugeln weniger elektriſch, und zwar um ſo viel ſchwächer, je näher der elfenbeinerne Leiter in einer horizontalen Richtung an die Flaſche gebracht ward.

Ward hingegen das Elfenbein weiter zurück gerückt, ſo minderte ſich die wenigere Elektricität, und in einer gewiſſen Entfernung war keine Spur mehr davon zu finden; wenn die Entfernung ohngefähr bis 18 Zoll von der Flaſche vergrößert ward, ſo kam eine mehrere Elektricität zum Vorſchein, welche auch ſogar alsdann noch ſtatt fand, wenn der elfenbeinerne Leiter ganz und gar hinweggenommen war.

Vermittelſt eines im Backofen gedörrten hölzernen Cylinders machte er die an dem elfenbeinernen Leiter hangenden Kugeln, in einer Entfernung von 4 Fuß und

f) Philoſ. Tranſact. Vol. LI. P. II. p. 899.

und darüber, elektriſch, indem er den Cylinder über die Mitte des elfenbeinernen Leiters hielt, und dieſes eine Zeitlang fortſetzte. Wenn er denſelben näher brachte, wurden ſie weit weniger elektriſch; derſelbe Cylinder aber, als er ihn auf 2 oder 3 Fuß weit, oder noch weiter, wieder zurückbrachte, machte die Kugeln mehr elektriſch.

Wenn er ſich eines andern Leiters von Metall ohne Ecken oder Spitzen anſtatt des elfenbeinernen, und ohne daß das geringſte daran hieng, bediente, und denſelben Cylinder über dem Metalle hielt, ſo ward mehr Elektricität hervorgebracht; und ſo wie der Cylinder näher gebracht ward, ward dieſelbe ſchwächer; wenn aber die Entfernung auf ohngefähr 1 Fuß vermindert ward, ſo ſtellte ſich die wenigere Elektricität wieder ein. In dieſen Fällen glaubte Wilſon, daß das erſcheinende Mehrere von der Erde, Luft, oder andern benachbarten Körpern herrührte.

Als die vorgedachten Verſuche zuerſt angeſtellt wurden, ward er durch die ungewiſſen Erſcheinungen einer mehreren Elektricität zu einer Zeit, und einer wenigern zu einer andern Zeit, bey ein und eben demſelben Verſuche, in Verlegenheit geſetzt; bey wiederholten Verſuchen und Beobachtungen aber fand er, daß eine mehrere oder wenigere Elektricität nach Belieben hervorgebracht werden könne, wenn man nur auf die drey folgenden Umſtände genau Acht hätte, nämlich auf die Form der Körper, auf ihre plötzliche oder allmählige Hinwegziehung, und auf die Grade des Elektriſirens.

Nach dieſem thut Wilſon einiger andern Umſtände, wobey es auf eine große Sorgfalt ankam, Er-

wähnung, wo die geringſten und faſt unmerklichſten Verſchiedenheiten in Anſehung der Stellung, oder der Art und Weiſe des Reibens zweyer Körper, bey einem derſelben zu einer Zeit mehr und zu einer andern Zeit weniger Elektricität hervorbringen. Eine ſolche Bewandtniß, ſagt er, hat es mit den Wirkungen dieſer ſubtilen und wirkſamen Flüſſigkeit, wenn die Verſuche mit Sorgfalt angeſtellt werden; und eben daher erfordern ſie die genaueſte Aufmerkſamkeit bey Aufſuchung der Urſachen, welche dieſelben veranlaſſen.

Siegellack und Silber waren diejenigen Körper, deren er ſich bey den zwey erſten Verſuchen bediente; allein verſchiedene andere Subſtanzen ſchienen eben ſo tauglich dazu zu ſeyn. Das Lack war engliſches, rein, und frey vom Reiben, außer was die umgebende Luft thun konnte, und in dieſen Umſtänden hatte es ſich einige Stunden befunden. Das Silber war an ein Stück präparirtes Holz befeſtigt, welches eben ſo lange ungerieben blieb. Alsdann nahm er eine dieſer Subſtanzen in jede Hand, jedoch ſo, daß das an dem Ende des Holzes befindliche Silber die Hand nicht berührte. Er legte die oberſte Seite des Silbers auf den Lack, und führte es gelinde und mit einem ganz ſanften Drucke einmal längs deſſelben äußern Fläche hin, worauf ſich das Silber mehr, und das Lack weniger elektriſirt befand.

Als er den Verſuch eben ſo ſorgfältig und auf dieſelbe Art wiederholte, nur mit dem Unterſchiede, daß die flache Seite des Silbers ein wenig gegen das Lack geneigt war, und folglich der Rand deſſelben gegen das Lack drückte, ſo ward das Silber, nachdem es wie zuvor bewegt worden war, weniger, und das

das Lack mehr elektriſirt, welches gerade das Gegentheil von demjenigen war, was vorhin erfolgte.

Bediente er ſich ſtatt des Lacks präparirten Holzes, und brachte er verſchiedene Grade des Drucks beym Reiben an ein und eben derſelben Ecke des Silbers an, ſo nahm er gleiche Erſcheinungen wahr, indem der geringſte Druck eine mehrere, und der ſtärkſte eine wenigere Erſcheinung bey dem Silber verurſachte.

Bey einem platten Stücke wohl polirten Stahls, woran die Ecken abgerundet waren, äußerten ſich dieſelben Erſcheinungen.

Aus dieſen Verſuchen ſchloß Wilſon, daß wir nach Belieben eine mehrere oder wenigere Elektricität aus ein und eben denſelben Körpern hervorzubringen im Stande wären, wenn wir die Art und Weiſe ihrer Anbringung und ihres Reibens darnach einrichteten.

Torbern Bergmann [s]) hat verſchiedene Verſuche mit Seidenbändern angeſtellt, welche die Lehre der poſitiven und negativen Elektricität mehr aufzuhellen dienen ſollten. Um die Art der Elektricität auszumachen, brauchte er zwey runde Stücken glattes Goldpapier ohngefähr 2 Decimalzoll im Durchmeſſer. Am Rande ward ein kleines Loch gemacht, wodurch ein einfacher, ungedrehter und 1 Fuß langer ſeidener Faden hindurch geſteckt und feſt gebunden wird. Dieſe werden frey aufgehängt. Das eine wird poſitiv mit einer polirten Glasröhre, das andere negativ mit einer Schwefelſtange elektriſirt.

Hier-

s) Abhandl. der ſchwed. Akadem. der Wiſſenſch. B. XXV. S. 344. der Ueberſ.

Hiernächſt wurde ein ſeidenes Band in einen Rahmen geſpannt, und mit beyden Händen hielt er ein anderes Band ſtraff. Wenn er nun über die ganze Länge dieſes letzten Bandes einen Theil des in den Rahmen geſpannten hinweg zog, ſo bemerkte er, daß, wenn beyde Seidenbänder von einerley Gewebe, Farbe, Fläche und in allen übrigen Stücken einander gleich waren, das in ſeiner Hand befindliche Band eine poſitive, und das in den Rahmen geſpannte eine negative Elektricität erhielt. Zog er aber einen Theil desjenigen Bandes, welches er in ſeiner Hand hielt, über die ganze Länge des andern hinweg, ſo waren die Wirkungen umgekehrt.

War das Band in ſeiner Hand von einer andern Farbe, als das in dem Rahmen, (nur daß es nicht ſchwarz war), ſo war der Erfolg derſelbe.

War das in ſeiner Hand befindliche Band ſchwarz, ſo ward es allemal negativ elektriſch, es mochte in die Länge oder Quere gerieben werden; außer wenn das in dem Rahmen auch ſchwarz war; denn alsdann ward es, wenn es der Länge nach gerieben ward, poſitiv elektriſch.

Beym Verſuche einer Erklärung dieſer Wirkungen bemerkt er, daß dasjenige Band, welches am meiſten gerieben worden, glätter und wärmer war, als das andere; und er glaubte, daß, obgleich die Glätte die Körper geſchickt mache, durch Reiben eine poſitive Elektricität anzunehmen, doch andere Umſtände ebenfalls dabey in Betrachtung zu ziehen wären, indem er gefunden hatte, wenn er ein Seidenband, welches durch vieles Reiben ſehr glatt geworden war, über einen Theil eines andern Bandes, welches rauh und

und noch ungebraucht war, hinweg zog, daß das rauhe Band nichts deſto weniger poſitiv elektriſch ward. Aus dieſem Verſuche ſchloß er, daß die Wirkung gewiſſer Maaßen von der Farbe herrühre. Nachdem er ſo nachdachte, ward er auf folgende Verſuche geleitet.

Wenn das Band, welches er in ſeiner Hand hielt, gegen das Feuer gehalten oder mit dem Platteiſen wohl durchhitzt war, ſo fand er das freye Band, ungeachtet es über einen Theil des Bandes im Rahmen hinweggezogen ward, dennoch negativ, und das Band im Rahmen poſitiv elektriſch. Dieſe Verſuche ſtellte er mit gleichem Erfolge mit Seidenbändern von mancherley Farbe, als blauen, grünen, rothen, weißen u. ſ. an.

Wenn das ausgeſpannte Band im Rahmen ſchwarz war, ſo ward daſſelbe nie poſitiv, wenn gleich das Band in ſeiner Hand ſehr durchhitzt geweſen war, außer, wenn auch das reibende ſchwarz war. Mannichmal, ſagt er, gelingt es auch von ungefähr, ihm einen ſolchen Grad der Wärme zu geben, wodurch des Reibens gewöhnliche Wirkung, die elektriſche Kraft zu erregen, ausbleibt, und eine Art Gleichgewicht entſteht. Wärme man beyde Bänder in gleichem Grade, ſo entſtehe derſelbe Erfolg, als wenn es nicht geſchähe.

Bergmann glaubte, daß aus dieſen Verſuchen unläugbar folge, daß die Wärme zu einem negativen Zuſtande geſchickt mache, ja wirklich oft verurſache, daß der Körper, welcher ſonſt poſitiv geweſen wäre, negativ werde. Daher, meint er, ließen ſich Begebenheiten erklären, welche ſonſt ſehr ſchwer zu

begreifen wären. Wir fänden täglich, daß, wenn die Elektriſirkugel warm ſey, ſie keine ſo ſtarke Kraft von ſich gebe, als zuvor. Denn wenn die Kugel, welche beym Reiben poſitiv werde, einen gewiſſen Grad Wärme mehr bekomme, als der reibende Körper, ſo werde ſie dadurch zu einem negativen Zuſtande mehr geſchickt gemacht, der Unterſchied zwiſchen dem geriebenen und reibenden Körper werde geringer, und ſo müſſe die Kraft geſchwächt werden.

Werde der Unterſchied zwiſchen den Körpern vermehrt, ſo müſſe nach dem entgegengeſetzten Satze die Kraft zunehmen. Dieſes werde unter andern durch einen beſondern Verſuch beſtärkt, daß Glasröhren mit gewächſtem wollenen Zeuge gerieben ſtärkere Elektricität gäben, als wenn man Wolle allein brauche. Beym Reiben werde die Wolle poſitiv und das Wachs negativ, mithin entſtehe aus gewächſter Wolle ein Körper, der mehr zum negativen Zuſtande geneigt ſey, als die Wolle allein, und folglich ſey der Unterſchied zwiſchen Glas und gewächſter Wolle größer, als zwiſchen Glas und Wolle.

Die Wärme, fährt er fort, ſey wirklich ein Umſtand, welchen die Elektriſirer bisher zu wenig in Betrachtung gezogen hätten, und er glaube, daß der Mangel der Aufmerkſamkeit auf dieſen Umſtand Irrungen in dem Erfolge einiger Verſuche, vornämlich der mit dem Isländiſchen Kryſtalle, verurſacht haben möchte.

Um ſich größere Gewißheit in Anſehung der beyden Arten der Elektricitäten zu verſchaffen, hat Bergmann h) nachher mehrere Verſuche, beſonders mit an ein-

h) Abhandl. der Schwed. Akad. der Wiſſenſch. B. XXVII. S. 132. d. d. Ueberſ.

einander geriebenen Glasſcheiben gemacht. Bey allen Körpern, ſagt er, findet ſich der Erfahrung gemäß eine gewiſſe Ordnung; wenn ſie in derſelben Paarweiſe an einander gerieben werden, und ſonſt alle übrige Umſtände gleich ſind, ſo wird der eine allemal poſitiv, und der andere negativ. Dieſes habe ohne Zweifel ſeinen hinreichenden Grund in dem eigenen Baue und der Beſchaffenheit der Körper. Man ſetze: A, B, C, D, E u. ſ. ſollen alle bekannte Körper in ſolchen Stellen bedeuten, daß jeder, an welchen man will, von den vorhergehenden gerieben, negativ, aber an welchen man will der folgenden gerieben, poſitiv werde, ſo nennt er dieſes Verhalten ihre gewöhnliche Ordnung.

Um nun hiebey etwas beſtimmtes auszumachen, und keine überaus verwickelte Unterſuchungen anſtellen zu dürfen, bemerkt er, daß man vor allen Dingen gleichartige Körper unterſuchen müſſe. Es war eine bekannte Sache, daß ſich durch Aneinanderreiben ſolcher Körper Elektricität erregen laſſe, und daß ſie faſt allemal in dem einen poſitiv und in dem andern negativ wird; aber warum einer vor dem andern in einen dieſer Zuſtände verſetzt wird, oder warum er nach einiger Zeit durch neues Reiben mit demſelben Körper in den entgegengeſetzten Zuſtand kommt, war bisher von Niemand nachgewieſen. Bergmann glaubt, daß es ihm geglückt ſey, hier etwas in Anſehung des glatten Glaſes in Ordnung gebracht zu haben. Zu ſeinen Verſuchen hatte er ein Paar Glasſcheiben gebraucht, die von einem Stücke geſchnitten waren. Die größten, die er gebraucht hat, waren von Spiegelglas 1 geometriſche Linie dick geweſen, 84 Linien lang und 18 breit. Die eine Scheibe nennt er A, die andere B. Ein Paar, die er viel

gebraucht hatte, waren 70 Linien lang, 13 breit und ½ dick. Die eine untere bezeichnet er mit a, die andere mit b, und der Kürze wegen nennt er die Seiten der beyden erſten A, A′, B, B′, der leztern a, a′, b, b′.

Die Gläſer müſſen, bemerkt er noch, ehe man den Verſuch mit ihnen anſtellt, recht rein, trocken, gleich warm ſeyn, und ſonſt von keinem Körper, als der Luft, die ſie umgiebt, gerieben werden, in welchem Zuſtande ſie ſich wenigſtens ein Paar Stunden zuvor befinden müſſen. Auch muß das Zimmer gar nicht feucht ſeyn. Das Reiben muß bedachtſam geſchehen, ohne ſtark zu drücken, oder an den Kanten zu ſcharren.

Wenn A quer über von B gerieben ward, ſo erhielt die geriebene Stelle auf A die poſitive und B auf beyden Seiten die negative Elektricität. Ward A quer über von B′ gerieben, ſo ward jenes + und dieſes —; eben dies erfolgte, wenn A′ von B quer über gerieben ward. Rieb er A′ gegen B′, ſo ward das erſte + und das lezte —. B gegen A gerieben machte B + und A —, gerade dem erſten Verſuche entgegen; B gegen A′ gerieben ertheilte B + und A′ —; auch ward B′ +, wenn B′ gegen A und gegen A′ gerieben ward, beyde aber A und A′ erhielten —.

Aus dieſen Verſuchen folgerte nun Bergmann: 1. daß es keinen Unterſchied gebe, welche Seite des Glaſes man brauche, wenn ſonſt alles einerley ſey; 2. daß die Haupturſache der gefundenen Unterſchiede auf der Art zu Reiben beruhen müſſe. Seiner Meynung nach liegt der wahre Urſprung des poſitiven Zuſtandes in dieſen Fällen in der durch Reiben vermehrten Wärme, welches ihm folgende Verſuche zeigten.

Ward nämlich A von B, das wohl gewärmt war, quer über gerieben, ſo fand ſich A — und B +, den vier vorerwähnten erſten Verſuchen zuwider; ward aber B quer über von A, welches wohl erwärmt war, gerieben, ſo ward nun B — und A +, den vier vorerwähnten letzten Verſuchen zuwider.

Alſo bleibt es, ſagt Bergmann, ausgemacht; wenn alles andere gleich iſt, daß hier größere Wärme dasjenige, was von den geriebenen Gläſern poſitiv werden ſoll, negativ macht. Dieſes ſehe bey dem erſten Anblicke deſto wunderbarer aus, da es demjenigen widerſtreite, was dieſelbe Urſache bey ſeidenen Bändern bewirke. Den Grund hievon müſſe man ohne Zweifel in dieſer Körper ungleichen Beſchaffenheit und Zuſammenſetzung ſuchen, denn die elektriſche Materie müſſe wohl in beyden einerley ſeyn. Daß die Wärme einer der Hauptumſtände bey Erregung der Elektricität ſey, werde von allen Erfahrungen beſtätigt, ob man gleich bisher wenig Achtung darauf gegeben habe.

Zu finden, ob und was für einen Unterſchied die Länge der an einander geriebenen Gläſer mache, ſchnitt er b mitten durch, und rieb es alsdenn quer über a; aber der Erfolg war, wie bey allen vorhergehenden Verſuchen, das geriebene + und das reibende —. Ueberhaupt machte die Größe keine Aenderung.

Was die Dicke des Glaſes betrifft, ſo fand er, daß, wenn alles übrige gleich bleibt, das dickere Glas allemal poſitiv werde. Hieraus könne man aber doch nicht ſchließen, daß allemal ein dünneres gegen ein dickeres — werde.

Noch mehr, meynt er, thue die Farbe bey der Sache. Er hat dreyerley Arten verſucht: lichtgraues, 4 Gran dick, purpurfarbenes, ohngefähr eben ſo dick, und dunkelgrünes, 2 Gran dicker als eines der vorigen, folglich 1 Gran dicker als a oder b.

Die gefärbten Gläſer fand er, der Wärme ungeachtet, allemal gegen alle ungefärbte Scheiben negativ; das blaue ward gegen das grüne gerieben ſtark poſitiv, das Grüne negativ, ob es gleich 2 Gran dicker war.

Um zu erforſchen, wie weit die Beſchaffenheit der ungeriebenen Seiten des Glaſes im Stande wäre, den Erfolg zu ändern, ſchliff er eine Seite einer b völlig gleichen und von eben dem Stücke abgeſchnittenen Scheibe matt. Wenn die glatte Seite mit andern Glaſe gerieben wurde, ſo war der Erfolg völlig mit allen vorhergehenden Verſuchen einerley, doch im matt geſchliffenen Glaſe ſehr ſchwach, und obgleich glatte Gläſer bey dergleichen Gelegenheiten auf beyden Seiten einerley Elektricitäten erhielten, ſo zeigte doch hier die Seite, die ihre glatte Oberfläche verloren hatte, kaum einige Spuren davon, ſondern es zog ſowohl die poſitiven als negativen Probeſtreifchen; wofern nicht durch Wärme die Elektricität ſtark ward, da denn beyde Seiten deutlich einerley Wirkung zeigten.

Wenn die ungeriebene Seite eines Glaſes genau mit Spiegelfolie belegt ward, ſo machte dies in dem gewöhnlichen Erfolge keine andere Veränderung, als daß die Kraft in dem belegten Glaſe ſehr ſchwach ward, wenn die Belegung einen Zuſammenhang mit leitenden Körpern hatte.

Außer den bisher angeführten Elektriſirern haben vorzüglich noch Wilke und Aepinus Verſu-

che angeſtellt, welche ſich auf die poſitive und negative Elektricität beziehen.

Wilke [i]) führt verſchiedene artige Verſuche, die Entſtehung der von ihm ſo genannten freywilligen Elektricität betreffend, an, dergleichen durch das Schmelzen eltktriſcher Subſtanzen hervorgebracht wird, welche in Vergleichung mit Canton's Verſuchen die Lehre von der poſitiven und negativen Elektricität in ein helles Licht ſetzen.

Er ſchmolz Schwefel in einem irdenen Geſchirre, welches er auf Leiter ſtellte; nachdem er dieſelben hatte kalt werden laſſen, nahm er den Schwefel heraus, und fand ihn ſtark elektriſch; eine ganz andere Beſchaffenheit hatte er, wenn er ihn auf elektriſche Subſtanzen zum Abkühlen hingeſtellt hatte.

Er ſchmolz Schwefel in gläſernen Gefäßen, wodurch alle beyde eine ſtarke Elektricität unter vorerwähnten Umſtänden erhielten, ſie mochten nun auf elektriſchen Körpern geſtanden haben oder nicht; jedoch in dem erſten Falle eine weit ſtärkere, als in dem letztern; und zwar bekamen ſie eine noch ſtärkere Kraft, wenn das gläſerne Gefäß, worin derſelbe geſchüttet worden, mit Metall überzogen war. In dieſen Fällen war das Glas allemal poſitiv, und der Schwefel negativ elektriſch. Beſonders merkwürdig war es, daß der Schwefel keine Elektricität eher erhielt, als bis er zu erkalten anfieng, und daß dieſelbe in dem Zuſtande des ſtärkſten Einſchrumpfens am ſtärkſten war, da im Gegentheil die Elektricität des Glaſes zu derſelben Zeit am ſchwächſten war; und daß ſie dann am allerſtärkſten war, wenn der Schwefel her-

i) De electricitatibus contrariis. Roſt. 1757. 4.

herausgeſchüttet ward, ehe er einzuſchrumpfen anfieng und eine negative Elektricität erhielt.

Bey Fortſetzung dieſer Verſuche fand er, daß geſchmolzenes Lack, welches in Glas gegoſſen worden, eine negative Elektricität erhielt; wenn es aber in Schwefel gegoſſen ward, ſo bekam es eine poſitive Elektricität, und ließ den Schwefel negativ elektriſch. Schwefel, welcher in Holz, das im Backofen gedörrt war, gegoſſen ward, wurde negativ, und das Holz poſitiv; Schwefel aber, welcher in Schwefel, oder in rauhes Glas gegoſſen ward, erhielt ganz und gar keine Elektricität.

Verſuche, welche dieſen gleichförmig waren, wurden auch von Aepinus k) angeſtellt. Er goß geſchmolzenen Schwefel in metallene Becher, und bemerkte, daß, wenn der Schwefel erkaltet war, der Becher und Schwefel bey einander keine Zeichen der Elektricität äußerten, ſo bald ſie aber von einander geſondert wurden, ſehr ſtarke Merkmale derſelben blikken ließen. Die Elektricität verſchwand allemal, wenn der Schwefel wieder in den Becher gethan ward, und ſie zeigte ſich wieder, wenn er wieder herausgenommen ward. Der Becher hatte eine negative, und der Schwefel eine poſitive Elektricität erhalten. War aber die Elektricität von einem derſelben, indem ſie von einander geſondert wurden, hinweggenommen worden, ſo äußerten ſie beyde, nachdem ſie wieder mit einander vereinigt wurden, Zeichen derjenigen Elektricität, welche nicht weggenommen worden war. Dieſe Elektricität befand ſich, wie er bemerkt, bloß auf der Oberfläche des Schwefels.

Auch Wilke gab von verſchiedenen Verſuchen Bericht, welche er über das Reiben mancherley Subſtan-

k) Tentamen theoriae electricitatis. Petrop. 1760. 4.

ſtanzen anſtellte, und welche über denſelben Gegenſtand ein nicht weniger helles Licht verbreiten.

Schwefel und Glas an einander gerieben brachten eine ſtarke Elektricität hervor, welche in dem Glaſe poſitiv, in dem Schwefel negativ war.

Als Schwefel und Lack an einander gerieben wurden, ward das Lack poſitiv, und der Schwefel negativ.

Holz mit Tuch gerieben ward allemal negativ.

Holz mit glattem Glaſe gerieben ward allemal poſitiv; und dieſes war der einzige Fall, in welchem es poſitiv ward; wenn es hingegen mit Bley gerieben wurde, ward es negativ, und das Metall poſitiv. Bley ſchien daher kein ſo guter Leiter zu ſeyn, als die andern Metalle.

Nach dieſen Verſuchen theilt Wilke folgendes Verzeichniß der vornehmſten Subſtanzen, womit elektriſche Verſuche angeſtellt worden, in derjenigen Ordnung mit, in welcher ſie ſtehen, wenn ſie eine poſitive oder negative Elektricität erhalten ſollen; von welchen Subſtanzen einige poſitiv elektriſch werden, wenn man ſie mit einer in dem Verzeichniſſe darauf folgenden reibt, und negativ, wenn man ſie mit einer vorhergehenden reibt.

Glattes Glas	Weißes Wachs
Wollen Tuch	Rauhes Glas
Federſpulen	Bley
Holz	Schwefel
Papier	Andere Metalle.
Siegellack	

Bey allen zur Beſtimmung der Ordnung dieſer Subſtanzen angeſtellten Verſuchen, ſagt Wilke, muß eine genaue Sorgfalt beobachtet werden, um die urſprüng=

ſprüngliche Elektricität von der mitgeheilten, oder von der Folge des Reibens zu unterſcheiden.

Er verſichert, daß glattes Glas in allen Fällen poſitiv ſey, und folgert daraus, daß es das elektriſche Fluidum am meiſten unter allen Subſtanzen anziehe. Prieſtley in ſeiner Geſchichte der Elektricität führt aber an, Canton habe ihm berichtet, gefunden zu haben, daß das glätteſte Glas eine negative Elektricität erhalte, wenn es über einen Katzenrücken hinweggezogen wird.

Da Wilke [1]) dieſe Stelle im Prieſtley geleſen hatte, ſo veranlaßte ſie ihm, die Urſachen dieſes Unterſchiedes genauer zu unterſuchen, und auf die merkwürdigen Abwechſelungen acht zu geben, die er ſelbſt zu wiederholten Malen bey der Elektricität des Glaſes wahrgenommen hatte, wenn es am Haare gerieben wird. Die Reſultate ſeiner Verſuche ſind folgende:

1. alle todte Haare von Menſchen und Thieren, wie man auch das Glas reibt, laſſen das Glas allemal poſitiv. Je älter und trockener dieſe Haare ſind, deſto ſtärker wird dieſe Elektricität. Eine Glasröhre, 1 Zoll im Durchmeſſer, der Länge nach mit 10 Jahr alten Kopfhaaren gerieben, hat der ganzen Länge nach platzende und flatternde Funken gegeben, die man auch erhielt, als man quer über ſie mit einer Quaſte von alten Pferdehaaren peitſchte, wobey die Haare ſtark negativ wurden, und ſich wie ein Buſch aus einander gaben, welches eine ſehr gute Art iſt, eine Röhre zu elektriſiren.

2. Le:

1) Abhandlung. der Schwed. Akad. der Wiſſenſch. B. XXXI. S. 317. d. d. Ueberſ.

2. Lebende Haare hingegen, die noch am Körper ſitzen, oder nur kürzlich abgeſchnitten ſind, laſſen das Glas poſitiv oder negativ, nachdem man das Reiben damit verrichtet. Wird das Haar ſeiner Länge nach gerieben, als wenn man mit der Glasröhre vom Kopfe frey herabhangendes Haar, oder eine Katze oder einen Hund längſt dem Rücken ſtreicht, oder mit einer Quaſte von eben abgeſchnittenen Haaren, an das Ende eines Stöckchens gebunden, quer über das Glasrohr peitſcht, ſo wird das Glas allemal negativ und bisweilen recht ſtark. Reibt man wieder das Haar quer über ſeine Länge, als wenn man Haare mit einer Zange um das Glas legt, das Haar der Quere mit dem Glaſe reißt, oder das Glas vor- und rückwärts quer über des Thieres Rücken zieht, ſo wird das Glas allemal poſitiv. Alſo wird das Glas nie negativ, als wenn lebende Haare ihrer Länge nach gerieben werden.

Wilke bemerkt hiebey, wie man die Unterſchiede dieſer Verſuche leicht erkläre, ſo könne man auch, vermöge Bergmanns Verſuche mit Seidenbande und Glasſcheiben, alle Umſtände ganz wohl vereinigen, und daraus folgendes ſchließen: a. Lebende Haare ſind in Abſicht auf die elektriſche Kraft dem beſten Glaſe am genaueſten gleich; b. die Abwechſelung der Elektricität bey unähnlichen Arten zu reiben beruht auf ſtärkerm oder ſchwächerm Reiben, und dem daher entſtehenden Unterſchiede der Wärme, welche das Haar und das Glas bekommen, denn das Glas wird mehr als das Haar gerieben, und alsdann negativ, wenn jeder Theil deſſelben über des Haares ganze Länge läuft, aber wenn die Glasröhre quer über das Haar ſtreicht, ſo wird das Glas weniger

als das Haar gerieben. Weil aber dieſe Abwechſelung der Elektricität bey todten Thieren nicht ſtatt findet, welche das Glas allemal negativ machen, ſo zeigt ſich dadurch c. die Merkwürdigkeit, daß lebende Haare etwas haben, was ſie mit der Zeit verlieren, und was die bey ihnen erwähnte Gleichheit mit dem Glaſe verurſacht. Wilke muthmaßt, es ſey nichts anders, als die natürliche Fettigkeit, die ſich bey lebenden Haaren findet und mit der Zeit bey todten verſchwindet. Denn

3. als er eine kleine Quaſte friſcher trockener Kopfhaare an ein Stöckchen gebunden hatte, und damit die Glasröhre peitſchte, welche ſtark negativ ward, fand er ihre reine ſpiegelnde Oberfläche mit ein wenig Fettigkeit überzogen, die abgetrocknet ward. Er legte das Haar nebſt dem Glaſe auf einen warmen Ofen, und fand, daß es nach 14 Tagen das Glas weniger negativ machte, wie auch deſſen Oberfläche vom Haare weniger matt oder fettig ward. Nachgehends ließ ſich keine Elektricität damit erregen. Aber nachdem 5 Wochen verlaufen waren, fieng das Haar an, das Glas poſitiv zu machen, welches immer mehr und mehr zunahm. Nun blieb die Glasfläche völlig rein, und ließ ſich damit ferner keine negative Kraft erregen. Er beſtrich dieſe Haare mit ein wenig Talg, peitſchte das Glas, und es ward wieder negativ. Nachdem aber der Talg durch Auslaugen und Abſeifen weggeſchaft war, gaben die Haare nur poſitive Elektricität von ſich, zum Beweiſe, daß eine Fettigkeit bey den lebenden Haaren dieſen Unterſchied verurſachen kann, welches zu neuen Unterſuchungen leitet, wenn man nicht annehmen will, die Fettigkeit des Haares vermindere nur das Reiben,

wel-

welches dadurch ſtärker am Glaſe als am Haare werde, und ſo alle Erſcheinungen mit einander vereinige.

4. Der Unterſchied zwiſchen den Wirkungen lebender und alter todter Haare veranlaßte die Muthmaßung, die leztern, quer über lebende geſtrichen, die man der Länge nach rieb, würden eine merkliche Elektricität geben. Zu dieſer Abſicht ließ er eine Perſon mit langen Haaren auf einen Tritt mit gläſernen Füßen treten und den Kopf neigen, ſtrich alsdann mit einer trockenen und etwas ſteifen Bürſte ſchnell über das frey hangende Haar, welches ſich theils aufrichtete, theils gegen Geſicht und Körper zog, und die ganze Perſon, nachdem ſie ſich einige mal mit den Armen die Elektricität geſammelt hatte, ward elektriſch, ſo daß ſich aus ihrem Leibe merkliche Funken herausziehen ließen, und die gewöhnlichſten Verſuche mit Ladungen kleiner Gläſer von ihr ohne Beſchwerde bewerkſtelligen ließen. Dieſe Elektricität iſt bey allen, mit welchen der Verſuch gemacht wurde, poſitiv befunden worden; wenn er hingegen ſelbſt mit der Bürſte auf dem Tritte ſtand, und demjenigen, der ſich auf dem Boden befand, über das Haar ſtrich, ſo ward ſeine Elektricität negativ.

5. Alle übrige Körper, als trockenes Holz, Federn, Papier, Lack, Schwefel und Metalle, mit lebenden oder todten Haaren gerieben oder gepeitſcht, erhalten dadurch negative Elektricität. Sie iſt beſonders bey Lack, Schwefel und Metallen ſehr lebhaft.

Als einen Anhang führt er noch folgenden Verſuch an, welcher zeigt, daß geſchmolzene Metalle auf Glas gegoſſen die elektriſche Kraft eben ſo erregen, wie es bekannter Maaßen mit Siegellack, Harz,

Schwefel, geſchieht. Zu dieſer Abſicht hatte er ſich einen kleinen Haken von Eiſendrath in eine erwärmte gläſerne Schaale geſetzt, und um ihn einen Kuchen von Bley, Zink oder Zinn gegoſſen, ſo groß als einen Reichsthaler, dieſen erkalten laſſen, und das Metall mit einem ſeidenen Faden erhoben. Wenn der Verſuch gelingt, ſo folgt das Glas mit und hängt am Metalle, welches frey in trockener Luft hängt. So lange die Körper beyſammen befindlich ſind, bemerkt man nicht die geringſte Elektricität, ſobald aber das Glas durch ſein eigenes Gewicht oder durch einen Schlag mit einer trockenen gläſernen Stange abfällt, ſo zeigen Metall und Glas, beyde eine lebhafte ſprützelnde Elektricität, die beym Metalle negativ, beym Glaſe poſitiv iſt. Wird ſie negativ, ſo verſchwinden beyde, abgeſondert aber behalten ſie ſolche lange. Eine einzige Berührung nimmt ſie gleichwohl beym Metalle gänzlich weg, welches aber aufs Glas gelegt und da angerührt ſie wieder gewinnt. Zuletzt fügt er folgende Fragen hinzu. Iſt nicht dieſe Elektricität vielleicht ſo natürlich beym Metalle als beym Glaſe? Rührt ſie vom Glaſe allein her, ſo ſcheint es, als ließe ſich des Glaſes Elektricität durch bloße Wärme erregen. Oder entſteht ſie von einem Reiben beym Aufſchütten, wie beym Barometer? oder durch die genaue Vereinigung und die Aufſchließung der Luft, die nachher plötzlich zwiſchen die Körper eindringt? Beruht nicht vielleicht auch ein großer Theil Adhäſionen in der Natur auf dergleichen Elektricität?

Aepinus preßte zwey Stücke Spiegelglas, jedes von einigen Quadratzollen, dicht an einander, und bemerkte, daß, wenn ſie von einander geſondert wur-

wurden und man ſie mit keinem Leiter in Verbindung brachte, jedes eine ſtarke Elektricität, und zwar das eine eine poſitive und das andere eine negative Elektricität erhielt. Wenn ſie wiederum an einander gebracht wurden, verſchwand die Elektricität von beyden; alsdann aber nicht, wenn das eine oder andere derſelben ſeiner Elektricität beraubt worden war, da ſie ſich abgeſondert von einander befanden. Eben dergleichen Verſuch, ſagt er, kann man auch mit Glas und Schwefel, oder mit andern elektriſchen Körpern, oder mit irgend einem elektriſchen Körper und einem Stück Metall, vornehmen.

Durch die bisher angeführten Verſuche ſchienen die Elektriſirer hinreichend bewieſen zu haben, daß die Hervorbringung einer von beyden Elektricitäten von der Fläche des elektriſch gemachten Körpers in Anſehung des Reibzenges abhange. Dagegen ſtellte Herr de la Vals eine andere Theorie über die beyden Gattungen der Elektricität auf, welche ſich auf eine alte Lehrmeynung von den verſchiedenen Kräften, die gänzlich von den mancherley Subſtanzen abhangen, bezog, und gerieth dadurch mit Canton in einen Streit. Bey dieſer Gelegenheit wurden einige neue Verſuche vorgenommen und manche neue Umſtände entdeckt, welche angeführt zu werden verdienen.

De la Vals bemerkte, daß es bloß zwey chemiſche Grundſtoffe der Körper gebe, nämlich Erde und Schwefel, deren jeder eine verſchiedene Art von Elektricität beſitze, wovon die eine eine mehrere, die andere eine wenigere Elektricität genannt werden könne, und glaubte, daß in einem aus beyden Arten zuſammengeſetzten Körper die entgegengeſetzten Kräf-

te dieſer Beſtandtheile einander das Gleichgewicht zu halten und eine die Wirkung der andern aufzuheben vermögend ſeyen; und daß daher Körper, in welchen die poſitiven und negativen Kräfte einander gleich ſind, keine Elektricität zeigen werden. Für dergleichen Subſtanzen hielt er das Metall, welches aus Kalk und Schwefel beſteht; denn Metalle ließen ſich ohne einen zur Verjagung allen ihren Schwefels hinlänglichen Grad von Hitze nicht verkalken, welches daraus erhelle, weil ſie ſich ohne Beymiſchung irgend einer fettigen Subſtanz zu ihrer vorigen metalliſchen Geſtalt nicht wieder reduciren ließen. Eben dergleichen Vertreibung des Schwefels, ſagt er, muß auch bey thieriſchen und vegetabiliſchen Stoffen, ehe dieſe zu weißer Aſche werden, ſtatt finden. Durchſichtige Steine betrachtete er als bloße Erde, worunter ſich nicht das geringſte Oel befindet, indem er nach der chemiſchen Auflöſung des Kryſtalls die andern beurtheilte.

Zur Beſtätigung dieſer Theorie machte de la Val Verſuche mit trockenen Pulvern calcinirter Metalle, als Bleyweiß, Bleyaſche, Mennige, Spießglaskalk u. d. gl., that ſie in lange Glasröhren, und ſuchte ihre elektriſche Kraft durch dieſelben hindurch zu bringen, fand es aber allemal unmöglich. Thieriſche und vegetabiliſche Stoffe, wenn ſie zu Aſche verbrannt wurden, ſo wie auch der Roſt der Metalle, ließen ebenfalls keine Elektricität hindurch.

Auf dieſe Verſuche und Lehrmeynung ward er dadurch zuerſt gebracht, da er beobachtete, daß trockene Modererde keine Elektricität leiten wollte. Daſſelbe verſuchte er auch mit dürrem Portlandiſchen Stein, welchen er zum Theil in Platten, die ſo dünn wie

Fen-

Fenſterſcheiben waren, hatte ſchneiden laſſen. Dieſe machte er bis zu einem gehörigen Grade heiß, und überzog ſie auf beyden Seiten mit Metall, um die leydenſchen Verſuche damit anzuſtellen. War der Stein ſo heiß, daß er Papier ſengte, ſo leitete er eben ſo gut, als wenn er kalt war; ſobald er ſich aber ein wenig abgekühlt hatte, fieng er an, gar nicht mehr zu leiten, und verurſachte nur ſchwache Erſchütterungen, welche ohngefähr 10 Minuten lang an Stärke nach und nach zunahmen, da er ſich alsdann in ſeinem vollkommenſten Zuſtande befand, und beynahe ¼ Stunde alſo verblieb. Nach Verlauf dieſer Zeit wurden, je kühler der Stein ward, die Erſchütterungen allmählig ſchwächer, bis ſie zuletzt ganz und gar aufhörten, und der Stein ſeine Fähigkeit zu leiten wieder erhielt; jedoch ſtellte ſich dieſer Zuſtand, noch ehe der Stein ganz kalt geworden war, wieder ein.

Dergleichen Verſuche giengen mit allen ſolchen Körpern, welche einen Ueberfluß an Kalk oder Erde hatten, von ſtatten, z. B. Steine, Erde, trockner Thon, Holz, welches verfault oder im Feuer ſo lange gebrannt war, bis die Oberfläche ſchwarz geworden. Unter andern Subſtanzen nahm er eine gemeine Tobakspfeife, deren mittlern Theil er bis zu einem gehörigen Grad heiß machte, und alsdann das Ende derſelben einer elektriſchen Stange näherte, unterdeſſen daß das andere in der Hand gehalten ward; wo er dann bemerkte, daß das elektriſche Fluidum längſt der Pfeife nicht weiter, als bis an den erhitzten Theil gieng.

Aus dieſen Verſuchen folgerte de la Vals, daß Steine und andere erdigte Subſtanzen ſich durch verſchiedene Methoden, und beſonders durch verſchie-

dene Grade von Hitze, aus unelektriſchen Körpern in elektriſche verwandeln ließen. Als er aber nachher fand, daß einige der Meynung waren, daß dieſe Verwandlung nicht unmittelbar, ſondern bloß als eine Folge von der Hitze herrührte, indem ſie die Feuchtigkeit zum Verdunſten brächte, welche nachher, wenn die Subſtanz erkaltet iſt, ſich wieder damit verbindet; ſo machte er in einem der königl. Societät am 17. Dec. 1761 vorgeleſenen Aufſatze bekannt, daß er wahrgenommen habe, die Tobakspfeife ſey ihrer Elektricität beraubt worden, noch ehe ſie kalt geworden ſey, und mithin, ehe ſie ſo viel Feuchtigkeit wieder habe einziehen können, daß ihre Elektricität aufgehoben werden konnte; überdieß ſey die Subſtanz, deren er ſich zu dem Verſuche bedient habe, gar nicht von der Art Körper geweſen, welche die Feuchtigkeit aus der Luft geſchwind an ſich zu ziehen geſchickt ſind.

Zur Erklärung der Verſuche des Herrn de la Val's nahm Canton in einem am 4. Febr. 1762 der königl. Societät vorgeleſenen Aufſatze an, daß keine Tobakspfeiſe, Holz u. d. gl. wenn ſie kalt ſind, vermöge der in dieſem Zuſtande in ihnen enthaltenen Feuchtigkeit, leiten; daß ſie, ſobald ihre Feuchtigkeit durch die Hitze verdunſtet iſt, zu Nichtleitern werden, und daß, wenn ſie recht heiß gemacht werden, die heiße Luft auf oder nahe an ihren Flächen leite, und die Körper ſodann wieder als Leiter erſcheinen. Daß heiße Luft ein Leiter der Elektricität ſey, kann, wie er behauptet, dadurch leicht erweislich gemacht werden, wenn man einen glühend gemachten eiſernen Stab, jedoch nur auf einen Augenblick, innerhalb 3 oder 4 Zoll von einem kleinen elektriſch gemachten Körper hält, wo man alsdann wahrnimmt, daß deſſen elektri-

tri-

triſche Kraft beynahe, wo nicht gänzlich vernichtet wird: ingleichen, wenn man ein elektriſch gemachtes Stück Bernſtein 1 Zoll weit von der Flamme eines Lichts hält, wo alsdann daſſelbe ſeine Elektricität verliert, noch ehe es einen merklichen Grad von Hitze angenommen hat.

Zur Beſtätigung des Geſagten führt er an, bemerkt zu haben, daß der Tourmalin, Braſilianiſche Topas und Braſilianiſche Smaragd, wenn ſie kalt geworden, nachdem ſie ohngefähr 1 Minute lang 2 Zoll weit von einem beynahe rings umher angebrachten Feuer, wobey die Luft ein Leiter iſt, gehalten worden, weit ſtärkere Zeichen der Elektricität von ſich gegeben haben, als nachdem ſie in kochendem Waſſer heiß gemacht waren. Jmgleichen, daß, wenn beyden Seiten dieſer Steine eine gleiche Hitze in einem ſo geringen Grade, als er die umgebende Luft zu einem Leiter macht, beygebracht worden, die Elektricität einer jeden Seite, ſie ſey nun entweder eine mehrere oder wenigere geweſen, die ganze Zeit über, da man den Stein ſowohl heiß als auch kalt werden ließ, alſo verblieben, beym Erhitzen aber zugenommen und beym Erkalten abgenommen; da hingegen, wenn die Hitze ſo ſtark geweſen, daß ſie die umgebende Luft geſchickt gemacht hat, das elektriſche Fluidum von der poſitiven Seite des Steins nach der negativen Seite deſſelben zu leiten, unterdeſſen daß er heiß gemacht worden, die Elektricität einer jeden Seite während dem Abkühlen des Steins zugenommen, während dem Erhitzen deſſelben hingegen abgenommen habe.

Was die Tobakspfeiſe betrifft, ſo ſagt Canton, daß dieſelbe die Feuchtigkeit der Luft nicht nur an ſich ziehe, ſondern auch ganz und gar in ſich

ſchlucke; daher auch eine Tobakspfeiſe, nachdem ſie kalt zu werden anfängt, wieder weit geſchwinder zum Leiter wird, als Holz. Und daß dieſelbe die Feuchtigkeit weit ſchneller in ſich ziehe, als Holz, erhellt daraus, weil, wenn ſie naß gemacht werden, ſie nicht ſo lange feucht bleibt, als Holz, indem ſich die Feuchtigkeit ſogleich hineinzieht.

Daß eine Tobakspfeiſe nicht durch einen beſondern Grad von Hitze, ohne Hinwegdunſten ihrer Feuchtigkeit, zu einem Leiter werde, beweißt er durch folgende Verſuche:

Wenn man 3 oder 4 Zoll eines Endes von einer über 1 Fuß langen Tobakspfeiſe glühend macht, jedoch ſo, daß das andere Ende nicht merklich heiß wird; ſo wird dieſe Pfeiſe zu einem wahren Leiter vermittelſt der den einen Theil derſelben umgebenden heißen Luſt und der in dem andern befindlichen Feuchtigkeit, obgleich ein gewiſſer Theil davon den Grad der Hitze eines Nichtleiters haben muß. Hat man aber die ganze Pfeiſe glühend gemacht, und läßt ſie ſo lange kalt werden, bis ſie bloß obenhin Feuchtigkeit genug hat, ſie zu einem guten Leiter zu machen, und erhitzt abermals 3 oder 4 Zoll des einen Endes, ſo wird ſie zu einem Nichtleiter.

Legt man einen Nagel an oder nahe an jeder Ende eines länglichten dichten Stücks eines der angeführten Körper, welcher Feuchtigkeit einſaugt, ſo daß die Spitze eines jeden Nagels ohngefähr die Hälfte der Dicke des Körpers innerhalb ſeiner Fläche hineingeht, ſo kann ein ſolcher Körper durch die Hitze auswendig oder obenhin zu einem Nichtleiter gemacht werden, da derſelbe indeſſen inwendig ein guter Leiter bleibt.

bleibt. Denn das elektriſche Fluidum geht von dem einen Nagel zum andern durch die Mitte des Körpers leicht hindurch, da es hingegen auf deſſen Oberfläche ſeinen Weg nicht nimmt, auch ſogar alsdann, wenn die inwendigen Theile des Körpers ſich mit den auswendigen in einem gleichen Grade der Hitze befinden, ſo wie es gar bald erfolgen muß, nachdem derſelbe kalt zu werden anfängt. Wird hingegen derſelbe Körper auf eine kurze Zeit einem ſtärkern Grade von Hitze als vorhin ausgeſetzt, oder eine längere Zeit in derſelben Hitze erhalten, ſo wird er völlig zu einem Nichtleiter.

Um zu beweiſen, daß gewiſſe Körper beſondere Grade der Hitze erfordern, einen Körper elektriſch oder unelektriſch zu machen, ohne daß es dabey auf Feuchtigkeit ankommt, gedenkt de la Vals einer gewiſſen Subſtanz, welche durch die Hitze auf eine den vorerwähnten Beyſpielen ganz entgegengeſetzte Art verändert wird, indem die Grade der Hitze, welche die andern Körper elektriſch zu machen erforderlich ſind, dieſe unelektriſch machen.

Dieſe Subſtanz war Isländiſcher Kryſtall, worüber er folgende Beobachtungen anſtellte: 1. nachdem ein Stück dieſes Kryſtalls bey einer gemäßen Wärme der Luft gerieben worden war, äußerte es, wiewohl eben nicht ſehr ſtarke, Elektricität; 2. ward die Hitze verſtärkt, ſo daß ſie etwas größer war, als die Wärme der Hand, ſo ward die elektriſche Kraft deſſelben gänzlich zernichtet; 3. als der Stein wieder kalt geworden war, hatte ſich die elektriſche Kraft wieder eingeſtellt.

Dieſes Stück Kryſtall verſenkte er in ein Gefäß, das mit Queckſilber angefüllt und rings umher

her mit Eis belegt war, ließ es, als eben ſehr kaltes Wetter war, gegen 2 Stunden lang darin liegen, und bemerkte, als er es mit einer Zange herausholte und es abermals rieb, daß es weit ſtärker elektriſch war, als er es zu jeder andern Zeit befunden hatte; daß aber, als er es einige Minuten lang auf dem Heerde in einiger Entfernung vom Feuer hatte liegen laſſen, die elektriſche Kraft deſſelben ſich wieder verloren hatte, indem ſich nach dem Reiben nicht die geringſten Zeichen davon äußern wollten.

Hier haben wir alſo, ſagt er, zwey verſchiedene Arten feſter Körper, wovon der eine eine elektriſche Eigenſchaft bey derſelben Hitze erlangt, bey welcher ein anderer dieſelbe verliert, da unterdeſſen eine dritte Gattung von Subſtanzen, z. B. Glas u. ſ. f. den Grad der Hitze hindurch, welcher den andern beyden unentbehrlich iſt, ihre Elektricität behält.

Einige Stücke Isländiſchen Kryſtalls, welche er ſich von verſchiedenen Orten her hatte kommen laſſen, hatten die Eigenſchaft nicht, daß ſie ihre Elektricität bey einer mäßigen Hitze verloren. Insbeſondere hatte er ein Stück von dieſem Kryſtall, wovon der eine Theil, nachdem er ſehr heiß gemacht worden, unelektriſch ward, da unterdeſſen der andere Theil bey derſelben oder gar einer noch größern Hitze vollkommen elektriſch blieb.

Auch bemerkte er noch an einigen andern erdigten Subſtanzen, daß ihre Elektricität durch verſchiedene Grade von Hitze verloren gieng.

Indeſſen hielt er es doch für wahrſcheinlich, daß gewiſſe Subſtanzen, von welchen man nicht weiß, daß ſie elektriſch ſind, gar wohl elektriſch werden könnten,

ten, wenn man ſie einem größern Grade von Kälte, als derjenige iſt, bey welchem ſie bisher unterſucht worden ſind, ausſetzte.

Auf dieſe Bemerkungen antwortet Canton, er habe vormals wahrgenommen, daß, da die Friktion zwiſchen Queckſilber und Glas im luſtleeren Raume nicht nur das elektriſche Licht hervorbringe, ſondern auch das Glas auf der auswendigen Seite elektriſch mache, ein Stück trockenes Glas in ein Becken mit Queckſilber verſenkt das Glas beym Herausnehmen mehr und das Queckſilber in einem ziemlichen Grade weniger elektriſch geweſen ſey. Auch fand er, daß Agtſtein, Siegellack und Isländiſcher Kryſtall, nachdem ſie aus dem Queckſilber herausgenommen worden, insgeſammt poſitiv elektriſch waren. Hieraus, ſagt er, erhelle zur Genüge, daß die Elektricität, welche ſich beym Reiben der zuletzt erwähnten Subſtanz äußerte, nachdem ſie aus dem rings umher mit Eis belegten Queckſilber herausgenommen worden war, nicht der Kälte, ſondern der zwiſchen derſelben und dem Queckſilber beym Herausnehmen vorgegangenen Friktion zuzuſchreiben ſey. Isländiſcher Kryſtall, wenn er warm iſt, iſt ein Nichtleiter, und alle Nichtleiter können durch taugliche Reibzeuge elektriſch gemacht werden.

Wilſon berichtete die Verſuche des Herrn de la Vals dem Herrn Bergmann, und bat ihn, zu verſuchen, ob ſich nicht in Schweden die elektriſche Kraft am Isländiſchen Kryſtall ſtärker zeige, als in England, weil der Stein in Schweden ohne Kunſt im Winter ſehr kalt werden könne m). Bergmann hatte

m) Abhandl. der ſchwed. Akad. der Wiſſenſch. B. XXV. S. 61. der deutſ. Ueberſ.

hatte de la Vals Verſuche mit verſchiedenen Arten von Isländiſchem Kryſtall wiederholt, allein der Erfolg hat mit demjenigen, was de la Vals davon berichtet, niemals übereinſtimmen wollen. Er fand vielmehr bey einem Stücke, anſtatt daß deſſen Kraft beym Erkalten hätte verſtärkt werden ſollen, dieſelbe beym Heißwerden merklich verſtärkt. Als er nachher den Verſuch mit ſeinem ganzen Reſte, Schwediſchen ſowohl als Isländiſchen Kryſtall, vornahm, fand er dieſelbe Wirkung. Hieraus folgerte er nun, daß die Kryſtalle, welche er beſaß, von einer ganz andern Gattung wären, als die des Herrn de la Vals.

Bis zum Jahr 1759 war man allgemein der Meynung geweſen, daß alle Erſcheinungen der Elektricität durch die Wirkung einer elektriſchen Flüſſigkeit verurſacht würden, und alle Verſuche, welche man bisher über beyde Arten der Elektricitäten angeſtellt hatte, ſchienen auch dieſe Lehrmeynung zu beſtätigen. In dieſem Jahre aber lieferte Robert Symmer eine Menge artiger Verſuche über denſelben Gegenſtand, und ſchloß aus denſelben ſehr wahrſcheinlich auf das Daſeyn zweyer elektriſcher Flüſſigkeiten, welche von einander nicht unabhängig, ſondern beſtändig zugleich vorhanden wären und einander entgegen wirkten.

Johann Franz Cigna zu Turin hat dieſelben Verſuche des Herrn Symmer viel weiter gebracht, und ſie auch aus den Grundſätzen der Theorie des Herrn Franklin erklärt, ungeachtet er der Meynung war, daß kein einziger von den bisher vorgenommenen Verſuchen für eine von beyden Hypotheſen entſcheidend wäre.

Sym-

Symmer [n]) hatte vor einiger Zeit wahrgenommen, daß, als er des Abends ſeine ſeidenen Strümpfe auszog, dieſelben ein Gekniſter von ſich gaben, und er konnte im Finſtern feurige Funken aus denſelben herausfahren ſehen. Er trug nicht das geringſte Bedenken, dieſe Erſcheinung von der Elektricität herzuleiten, und nach einer Menge Beobachtungen zu beſtimmen, von was für Umſtänden die ſtarken elektriſchen Erſcheinungen abhiengen. Endlich fand er, daß nichts als die Verbindung von Weiß und Schwarz die Elektricität hervorbrachte, und daß die Erſcheinungen alsdann am ſtärkſten waren, wenn er einen weißen und einen ſchwarzen ſeidenen Strumpf über einander an den Fuß gezogen hatte. Indeſſen fand der Abt Nollet [o]) bey der Wiederholung dieſer Verſuche, daß es eben nicht unumgänglich nothwendig war, daß der eine Strumpf ſchwarz ſeyn mußte, ſondern daß eben dieſelbe Wirkung erfolgte, wenn der eine Strumpf bloß in ein Dekokt von Galläpfeln getaucht war, welches denſelben nicht ſchwarz färbt, ſondern nur eine Vorbereitung dazu iſt.

So lange aber die Strümpfe auf dem Fuße oder der Hand waren, ſo äußerten ſie nicht das geringſte Zeichen der Elektricität, wenn ſie auch gleich verſchiedene mal herunter und wieder hinauf gezogen wurden. Auch alsdann, wenn ſie von der Hand gezogen und an ein Elektrometer gehalten wurden, bemerkte man, daß ſie nichts weiter, als nur einen ganz geringen Grad von Elektricität erlangt hatten; aber in demſelben Augenblicke, da ſie von einander geſondert wurden, zeigte ſich, daß ſie beyde, und

n) Philoſ. Tranſ. Vol. LI. P. I. p. 340.

o) Lettres ſur l'électricité. Vol. III. p. 42.

und zwar der weiße poſitiv und der ſchwarze negativ elektriſch waren.

Beyde Strümpfe, wenn ſie in einer Entfernung von einander gehalten wurden, blieben ſo aufgeblaſen, daß, wenn ſie überaus elektriſch waren, ſie die ganze Geſtalt des Beins behielten; und wenn zwey weiße und zwey ſchwarze Strümpfe bey einander gehalten wurden, ſtießen ſie einander zurück, ſo daß ſie einen Winkel, dem Anſehen nach von 30 oder 35 Grad, machten.

Wenn ein ſchwarzer und ein weißer Strumpf gegen einander gebracht wurden, ſo zogen ſie einander gegenſeitig an, und fuhren ſogar, wenn man es zuließ, mit einer erſtaunlichen Gewalt gegen einander. Bey ihrer Annäherung fiel das Aufgeblaſene allmählig zuſammen, und ihr Anziehen fremder Objekte ward ſchwächer, ihr Anziehen unter einander hingegen ſtärker. Kamen ſie wirklich zuſammen, ſo wurden ſie platt, und lagen ſo dicht an einander, wie zuſammengelegte Seide. Wurden ſie aber von einander geſondert, ſo ſchien ihre Elektricität durch den Stoß der Zuſammenkunft im geringſten nicht geſchwächt worden zu ſeyn, indem man ſie abermals, wie zuvor, ſich aufblaſen ſah, ſo wie ſie ſich anzogen, zurückſtießen, und mit Gewalt gegen einander fuhren.

Wurde dieſer Verſuch mit zwey ſchwarzen Strümpfen in der einen, und zwey weißen in der andern Hand angeſtellt, ſo brachte das Zurückſtoßen der Strümpfe von einerley Farbe, und das Anziehen der von verſchiedener Farbe dieſelben in eine heftige Bewegung, und verurſachte, daß ſie, jeder von der entgegengeſetzten Farbe, in einer größern Entfernung, als man hätte vermuthen können, einander ergriffen.

Wenn

Wenn die Strümpfe von einander abgeſondert waren, ſo verloren ſie ihre Kraft ſehr geſchwind, eben ſo wie die durch Reiben elektriſch gemachte Röhre; waren ſie hingegen bey einander, ſo behielten ſie dieſelbe eine oder zwey Stunden lang, und länger, wofern die Luft der Elektricität günſtig war. Die ſchärfſte metallene Spitze war nicht vermögend, ſie derſelben zu berauben; und wenn ſie in einander geſteckt worden waren, ſo war an keine Hervorbringung der geringſten merklichen Entladung der Elektricität zu denken. In dieſer Abſicht glaubte Symmer, daß zwiſchen dem ſchwarzen und dem weißen Strumpfe, wenn ſie in einander geſteckt waren, und der Leydner Flaſche eine große Aehnlichkeit ſtatt fände.

Das merkwürdigſte bey dieſen Verſuchen mit den weißen und ſchwarzen Strümpfen war die Kraft des Zuſammenhängens, welche ſie äußerten. Symmer bemerkte, daß die weißen und ſchwarzen Strümpfe, wenn ſie elektriſch geworden waren, und er ſie an einander kommen ließ, nicht nur über alle Maaßen dicht an einander ſchloſſen, ſondern auch wirklich feſt an einander klebten. Vermittelſt einer Wagſchale fand er, daß, wenn man ſie von einander bringen wollte, zwiſchen 1 und 12 Unzen dazu gehörten. Zu einer andern Zeit zogen ſie 17 Unzen in die Höhe, welches 20 mal mehr war, als das Gewicht des Strumpfes, welcher dieſelben hielt, betrug, und zwar in einer mit ihrer Oberfläche parallelen Richtung.

Wenn der eine Strumpf umgekehrt, und in den andern hinein geſteckt ward, ſo waren 20 Unzen dazu nöthig, wenn man ſie von einander bringen wollte; da es doch nur, wenn ſie auswendig an einander gelegt wurden, 10 Unzen bedurfte.

Als er die ſchwarzen Strümpfe friſch gefärbt, und die weißen gewaſchen und über Schwefeldämpfen weiß gemacht, nahm, ſo mußte er, um ſie wieder von einander zu bringen, 3 Pfund und 3 Unzen gebrauchen. Er glaubte, daß der Schwefel bey dem Verſuche nichts beytrüge.

Die Wirkungen fand er weit beträchtlicher, als er dieſen Verſuch mit Strümpfen von weit dichterm Gewebe verſuchte. Wenn der weiße Strumpf in den ſchwarzen geſteckt ward, ſo daß die auswendige Seite des weißen dicht an der inwendigen des ſchwarzen lag, ſo zogen ſie 9 Pfund weniger einige Unzen in die Höhe, welches das Gewicht des Strumpfes 50 mal überſtieg. Ward die inwendige Seite von dem ſchwarzen Strumpfe nach auswendig gekehrt, und der Strumpf alsdann in den weißen geſteckt, ſo daß ihre rauhen Oberflächen an einander lagen, ſo hoben ſie 15 Pfund und etwas darüber, welches 92 mal mehr war, als das Gewicht des Strumpfes.

Als er die Fadenenden und die Spitzen der Seide, welche an der inwendigen Seite der Strümpfe zurückgeblieben waren, abgeſchnitten hatte, ward das Zuſammenhängen merklich vermindert. Das Zuſammenpreſſen derſelben zwiſchen ſeinen Händen trug zur Verſtärkung deſſelben ſehr viel bey.

Wenn der weiße und ſchwarze Strumpf an einander hiengen, und ein anderes weit ſtärker elektriſches Paar von einander geſondert und an das erſte gehalten ward, ſo hörte ihr Zuſammenhängen auf, und ein jeder Strumpf des zweyten Paares ergriff den Strumpf einer entgegengeſetzten Farbe, und führte ihn mit ſich hinweg. War die Elektricität beyder

Paa-

Paare von gleichem Grade, ſo ward das Zuſammenhängen des erſten Paares nur wenig geſchwächt, und das Zuſammenhängen der ganzen Maſſe war im Verhältniſſe nur gering.

Auch nahm Symmer wahr, daß weiße und ſchwarze Seide, als ſie elektriſirt war, nicht nur unter einander zuſammenhieng, ſondern auch an Körpern mit breiten und ſogar auch glatten Flächen feſtſaß, obgleich dieſe Körper nicht elektriſirt waren. Er entdeckte dieß durch Zufall, als er ohne weitere Abſicht einen Strumpf von ſeiner Hand auszog, welcher an den papiernen Tapeten des Zimmers hangen blieb. Er wiederholte den Verſuch, und fand, daß der Strumpf beynahe eine ganze Stunde lang hangen blieb.

Eben dieſelben Verſuche ließen ſich auch mit den angeſtrichenen Brettern des Zimmers, imgleichen mit dem Spiegel anſtellen, an deren glatten Flächen die weiße und ſchwarze Seide weit feſter, als an einer der vorhergehenden, hangen blieb.

Einige dieſen Verſuchen des Herrn Symmer ähnliche Beobachtungen wurden vom Herrn Alexander Amadeus Vaudonia, einem Freunde des Beccaria, angeſtellt. Dieſer trug bey ſehr kaltem Wetter ein Biberhemd zwiſchen zwey andere Hemder. So oft er das oberſte Hemd auszog, welches er jeden Tag that, fand er, daß daſſelbe an dem Biberhemde feſt anhieng, und bey der Abſonderung elektriſche Funken dazwiſchen zum Vorſchein kamen. So oft er das Biberhemd auszog, ſaß daſſelbe an dem untern Hemde noch feſter, und wenn es in einer ziemlichen Entfernung davon gehalten ward,

fuhr es mit Gewalt nach demſelben hin. Das Anziehen geſchah einigemal nach einander, ward aber nach und nach immer ſchwächer, bis es endlich ganz und gar aufhörte. Als Beccaria von dieſem Verſuche Nachricht erhalten hatte, wiederholte er ihn mit einiger Veränderung, und fand, daß er an ihm ſelbſt gelang [p]).

Das Zuſammenhangen der beyden Strümpfe veranlaßte Herrn Symmer, die Stärke des elektriſchen Zuſammenhanges an elektriſirten Glasſcheiben zu verſuchen. In dieſer Abſicht nahm er zwey gemeine Fenſterſcheiben, und zwar die dünnſten und glatteſten, die er nur finden konnte, überzog die eine Seite derſelben mit Zinnfolie, und ließ einen Raum nahe an den Rändern unbezogen. Hierauf legte er die unüberzogenen Seiten an einander, ladete ſie beyde wie eine einzige Scheibe, und fand ſeiner Erwartung gemäß, daß ſie ziemlich ſtark zuſammenhiengen; er beſaß aber kein Werkzeug, die Stärke davon zu meſſen. Er kehrte alsdann die Scheiben um, das oberſte nach unten, und fand, daß ſie bey derſelben Operation, bey welcher ſie zuvor geladen worden waren, jetzt ungeladen blieben, auf eine mit der Leydenſchen Flaſche ähnliche Art.

Als er zwey Glasſcheiben, deren jede auf beyden Seiten belegt war, über einander legte, fand er, daß ſie beyde geladen waren, und kein Zuſammenhang zwiſchen ihnen ſtatt fand.

Beccaria verfolgte die zuletzt erwähnten Verſuche des Herrn Symmer, wie auch eines andern zu Peking angeſtellten. Nachdem er eine Glastafel belegt

p) Dell' elettriciſmo artificiale e naturale. p. 197.

belegt und geladen hatte, brachte er die Belegung von der negativen Seite hinweg, und legte eine andere belegte und ungeladene Glastafel dicht darauf. Nachher brachte er eine Belegung auf das ungeladene Glas, und machte eine Verbindung zwiſchen den Belegungen. Es erfolgte darauf ein Knall und Zuſammenhangen der Tafeln.

Wenn er die Tafeln vor der Exploſion, nachdem ſie eine Zeitlang mit einander verbunden geweſen waren, von einander brachte, ſo war die geladene Tafel auf beyden Seiten poſitiv, und die ungeladene auf beyden Seiten negativ elektriſch. Brachte er ſie hingegen nach der Exploſion von einander, ſo war die geladene Tafel auf beyden Seiten negativ, und die ungeladene auf beyden Seiten poſitiv elektriſch.

Als er ſie nach der Exploſion abwechſelnd von und an einander brachte, und ein rund geſchnittenes Stückchen Papier unter die ungeladene Tafel legte, ſo bemerkte er, daß daſſelbe bey jeder Abſonderung daran hangen blieb, und bey jeder Wiedervereinigung wieder abgeriſſen ward. Dieſes konnte er ſogar 500 mal nach einander wiederholen, ohne die Tafel mehr als einmal laden zu dürfen. Dieſes war der Verſuch, welcher, wie er meldet, von einigen Jeſuiten zu Peking im Jahr 1755 angeſtellt, und wovon die an die kaiſerl. Akademie der Wiſſenſch. zu Petersburg eingeſandte Nachricht dem 8ten Bande ihrer Zeitſchriften p. 276. einverleibt ward.

Wenn bey dieſen Verſuchen die geladene Tafel umgekehrt, und die poſitiv elektriſche Seite auf die ungeladene Tafel gelegt ward, ſo waren ſämmtliche Wirkungen gerade das Gegentheil von den erſtern.

Wenn auch die Tafel noch ſo oft umgekehrt wurde, ſo brachte ſie, nachdem ſie eine Zeitlang mit dem ungeladenen Glaſe zuſammen gelegen hatte, doch immer eine Veränderung in der Elektricität hervor. Im Finſtern kam bey jedesmaliger Trennung dieſer Tafeln ein Licht zum Vorſchein.

Nachdem er beyde Tafeln ſo auf einander gelegt, als wenn es nur eine geweſen wäre, und die auswendigen Seiten derſelben belegt hatte, ſo ladete er ſie beyde mit einander, und konnte in der Entfernung von ohngefähr 4 Fuß ſechs von den gefärbten Ringen, welche Newton in ſeiner Optik beſchreibt, ſämmtlich einander parallel, unterſcheiden. An den Ecken der Belegungen breiteten ſich die Ringe mehr aus; da, wo die Belegungen das Glas nicht ganz berührten, waren die Ringe einwärts gebogen, und wo der Ueberzug ſehr dicht anſchloß, zogen ſie ſich weiter von demſelben zurück. Beym Entladen dieſer zwey Tafeln verſchwanden die gefärbten Ringe, und zugleich hörte auch der hiebey bemerkte elektriſche Zuſammenhang auf.

Wenn dieſe Tafeln vor der Exploſion getrennt wurden, ſo war diejenige, welche die poſitive Elektricität erhalten hatte, auf beyden Seiten poſitiv, und die andere auf beyden Seiten negativ elektriſch. Wurden ſie nach der Exploſion getrennt, ſo erlitt jede eine gerade entgegengeſetzte Veränderung. Als dieſe Tafeln umgekehrt wurden, zeigte ſich, daß die dünnere eine ſtärkere Elektricität beſaß.

Nachdem er die beyden Tafeln, jede beſonders, geladen, und zwey von den Belegungen weggenommen hatte, ſo daß die beyden poſitiven oder die beyden

den negativen Seiten auf einander zu liegen kamen, ſo war weder ein Zuſammenhangen, noch eine Explosion zu bemerken. Kamen aber eine poſitive und eine negative Seite zuſammen, ſo hiengen ſie an einander, und als auswendig eine Verbindung gemacht ward, erfolgte eine Exploſion, welche das Zuſammenhangen verſtärkte. Als er die oben erwähnten Verſuche mit den Tafeln anſtellte, wirkten ſie gerade eben ſo, wie die beyden, welche geladen worden waren.

Symmer beſchließt ſeinen Bericht von dieſen Verſuchen mit der Erklärung, daß es zwey elektriſche Flüſſigkeiten, oder zwey Ausſtrömungen verſchiedener Kräfte, welche weſentlich von einander unterſchieden ſind, gebe; daß die Elektricität nicht in dem Zu- und Ausfluſſe dieſer Flüſſigkeiten, ſondern in der Anhäufung der einen oder der andern derſelben in elektriſchen Körpern beſtehe; und endlich, daß, nachdem die eine oder die andere Kraft die Oberhand hat, der Körper entweder auf die eine oder andere Art elektriſch werde. Auch findet man, ſagt er, bey genau angeſtellter Betrachtung nicht, daß dieſer Grundſatz von zwey verſchiedenen elektriſchen Kräften mit dem allgemeinen Syſtem der Natur nicht übereinſtimmte. Es iſt einer der Grundſätze in der Natur, daß Wirkung und Gegenwirkung von einander unzertrennlich und einander gleich ſind; und wenn wir rings umher ſchauen, ſo finden wir, daß jede Kraft, welche ſich in der materiellen Welt äußert, eine gegenarbeitende Kraft antrifft, welche deren Wirkungen einſchränkt und einrichtet, wie es den weiſen Abſichten der Vorſehung entſpricht.

Symmer führt auch zum Beweiſe ſeiner zwey verſchiedenen Kräfte der Elektricität den von Frank-

lin oben erwähnten Verſuch an, da ein Buch Papier von einem elektriſchen Schlage durchbohrt worden. Er glaubte, daß der Wulſt, welcher ſich auf beyden Seiten des Papiers erhoben hatte, von den zweyerley Flüſſigkeiten, welche nach zwey verſchiedenen Richtungen gegangen waren, hervorgebracht worden ſey. Um die Art, wie dieſer Schlag erfolgt ſey, noch deutlicher zu zeigen, gedenkt er zweyer anderer ähnlicher Verſuche, wobey die Umſtände des Schlages ein wenig verändert waren.

Auf einem Stücke holländiſch Goldpapier, welches in einem bey dem vorigen Verſuche gebrauchten Buche Papier zufälliger Weiſe zwiſchen zwey Blättern liegen geblieben war, zeigte ſich der Eindruck von zwey Schlägen, ungefähr $\frac{1}{4}$ Zoll von einander; die Verguldung war abgegangen, und das Papier eine kleine Zeitlang an beyden Stellen liegen geblieben. Mitten auf der einen Stelle fand ſich ein kleines rundes Loch, auf der andern hingegen bloß ein Einſchnitt oder ein Eindruck, als wenn er mit der Spitze eines Pfriems gemacht worden wäre.

Dieſe Wahrnehmungen theilte Symmer dem Herrn Franklin mit, welcher bey Anſtellung eines anderweitigen Verſuchs, zur Verfolgung des oben erwähnten, ſeinen Apparat gern dazu lieh, ob er gleich eine andere Theorie, als die des Herrn Symmer, einzuführen ſuchte.

Herr Symmer legte in die Mitte eines Buchs von der Dicke eines Buchs Papier, ein Stückchen Zinnfolie, und in ein anderes von gleicher Dicke zwey Stückchen eben dergleichen Folie, und zwar ſo, daß die beyden mittelſten Blätter des Buchs dazwiſchen

lagen.

lagen. Als er hierauf den Schlag durch die zwey verſchiedenen Bücher hindurch fahren ließ, waren die Wirkungen ſeinen Erwartungen gemäß. In dem erſten waren die Blätter an jeder Seite der Folie durchbort, da unterdeſſen die Folie ſelbſt ganz geblieben war; zugleich aber konnte er einen Eindruck wahrnehmen, welcher auf jeder Fläche, in einer kleinen Entfernung von einander, gemacht war. Dergleichen Eindrücke waren auf dem Papiere noch ſichtbarer, und man konnte ihnen auf ihren verſchiedenen Richtungen nachgehen. In dem zweyten waren alle Blätter des Buchs durchbort, die beyden zwiſchen den Stücken Folie gelegenen ausgenommen; und an dieſen beyden zeigten ſich anſtatt der Löcher die zwey Eindrücke nach der entgegengeſetzten Richtung.

Nachher bediente ſich Symmer einer ihm eigenen elektriſchen Geräthſchaft, welche nach Franklin's Apparat eingerichtet war, womit er die vorerwähnten Verſuche oftmals wiederholte. Der Erfolg aller dieſer Verſuche iſt in folgenden Beobachtungen enthalten.

1. Wenn ein Buch Papier, zwiſchen deſſen Blättern nichts befindlich iſt, von einem elektriſchen Schlage durchbort wird, ſo nehmen die beyden verſchiedenen Kräfte einerley Weg, und machen bey ihrer Durchfahrt durch das Papier nur ein Loch; nicht als wenn die Kraft von oben, oder die von unten, bisweilen in das Papier an zwey oder mehr verſchiedenen Orten hineinführe und eben ſo viel Löcher machte, welche unterdeſſen insgeſammt ſich vereinigen, ehe ſie durch das Papier hindurch gehen. Sie ſcheinen mit einander um die Mitte des Buchs Papier herum zu gehen, denn daſelbſt ſind die Ränder am

ſichtbarſten verſchiedentlich gebogen; da hingegen an den Blättern nahe an der auswendigen Seite des Buchs die Löcher weit öfter das Anſehen haben, als wenn eine Kraft ihren Ausgang genommen und ſich in der Luft entladen hätte, als daß eine in das Papier hineingefahren wäre.

2. Wenn man eine gewiſſe dünne metalliſche Subſtanz, z. B. Goldblatt, Zinnfolie, zwiſchen die Blätter des Buchs Papier legt, und durch alles mit einander einen Schlag leitet; ſo weichen alsdann die gegen einander arbeitenden Kräfte von dem geraden Wege ab, verlaſſen die Richtung, welche ſie gemeinſchaftlich durch das Papier hindurch genommen haben würden, gehen bloß in verſchiedenen Linien nach dem metalliſchen Körper zu, und treffen ihn in zwey verſchiedenen Punkten, welche ungefähr $\frac{1}{4}$ Zoll, mehr oder weniger, von einander entfernt ſind. Die Entfernung pflegt alsdann am geringſten zu ſeyn, wenn die Kraft am ſtärkſten iſt; und es mögen die Kräfte entweder ganz durchbohren, oder bloß Eindrücke darauf hervorbringen, ſo laſſen ſie in beyden Fällen augenſcheinliche Merkmale einer Bewegung von zwey verſchiedenen Gegenden her, oder nach zwey entgegenſtehenden Richtungen zurück. Eben dieſe Abweichung von einem gemeinſchaftlichen Wege, und die daraus erfolgende Trennung von den Directionslinien giebt, wie er behauptet, einen Beweis von der Aeußerung zweyer verſchiedener und entgegengeſetzter Kräfte ab.

3. Wenn zwey Stückchen Zinnfolie in die Mitte des Buchs Papier gelegt wurden, und zwar ſo, daß zwey oder mehrere Blätter dazwiſchen lagen, ſo ſtießen, wenn die Elektricität mittelmäßig ſtark war, die entgegengeſetzten Kräfte bloß gegen die Stückchen Folie,

Folie, und ließen ihren Eindruck daſelbſt zurück. War ſie ſtärker, ſo ward gemeiniglich das eine Stückchen durchbohrt, ſelten aber beyde. Aus demjenigen, was er in beyden Fällen bemerkt hatte, ſagt er, ſollte es faſt ſcheinen, als wenn die Kraft, welche aus der auswendigen Seite der Phiole herauskam, von weit ſtärkerer Wirkung geweſen wäre, als diejenige, welche von inwendig kam; denn das untere Stückchen Folie war faſt allemal durchbohrt. Es rührt aber dieſes, fügt er hinzu, von dem größern Raume her, welchen die Kraft von inwendig hindurch zu gehen hat, ehe ſie das Papier trifft.

In eben dem Aufſatze führt Symmer noch einen Verſuch an, um ſeine Lehrmeynung von zweyen entgegengeſetzten Elektricitäten zu beweiſen, welcher aber in der That zweydeutig iſt.

Wenn eine Phiole, ſagt er, nur wenig elektriſirt iſt, und man den Ueberzug derſelben mit einem Finger der einen Hand berührt, und zugleich einen Finger der andern Hand an den Drath bringt, ſo bekommt man auf die Spitze eines jeden Fingers einen ziemlich ſchmerzhaften Schlag, deſſen Empfindung jedoch nicht weiter geht. Iſt die Phiole etwas ſtärker elektriſirt, ſo fühlt man auch einen ſtärkern Schlag, welcher ſich bis an die Handwurzeln, aber nicht weiter, erſtreckt. Wird ſie wiederum noch einen Grad höher elektriſirt, ſo bekommt man einen noch heftigern Schlag, den man aber nicht weiter, als bis an die Ellenbogen fühlt. Wird endlich die Phiole recht ſtark geladen, ſo empfindet man den Schlag in den Handwurzeln und Ellenbogen; die Haupterſchütterung aber fühlt man in der Bruſt, als ob ein Schlag von jeder Seite daſelbſt zuſammenträ-

ſe. Dieſes klare und einfache Experiment, ſagt Symmer, ſcheint ganz deutlich auf das Daſeyn zweyer verſchiedenen Kräfte, welche nach entgegengeſetzten Richtungen wirken, hinzuweiſen; und ich glaube, fügt er hinzu, daß es von jemanden, der das Experiment in der Abſicht verſuchte, um die Frage nach ſeinen eigenen Empfindungen zu entſcheiden, für einen hinlänglichen Beweis gehalten werden dürfte.

Dagegen bemerkt aber Prieſtley, wenn die Folge, welche Symmer aus dieſem Verſuche zieht, gegründet wäre, ſo mußten in einem großen Umkreiſe vieler mit einander verbundener Perſonen bloß diejenigen, welche auf dieſer oder jener Seite nahe an der Phiole ſtehen, eine geringe Erſchütterung fühlen; es müßten einige Perſonen an jedem Ende des Umkreiſes einen etwas ſtärkern Schlag empfinden; es müßte ein ſehr heftiger Schlag ſeyn, welcher die in der Mitte ſtehende Perſon ganz und gar treffen könnte; und es müßte alsdann am wenigſten jemand von der Geſellſchaft dadurch gerührt werden. Alles dieß ſey aber den Erfahrungen gerade entgegen.

Inzwiſchen wurde doch Symmers Theorie von verſchiedenen Elektriſirern mit Beyfall aufgenommen, und der Lehrmeynung des Herrn Franklin vorgezogen. Ueberhaupt hat Symmers Meynung bis auf den heutigen Tag ſehr große Vertheidiger gefunden, und es iſt daher nöthig, ſeine Theorie etwas umſtändlich zu erzählen, welches weiter unten geſchehen ſoll.

Die Verſuche des Herrn Symmer machten die Aufmerkſamkeit des Herrn Cigna [q]) zu Turin rege,

q) Miſcellanea ſocietatis Taurinenſ. 1765. p. 31.

rege, und leiteten ihn auf eine Reihe von Verſuchen, welche die Lehre von den beyden Elektricitäten ſowohl, als auch der Leydner Flaſche, in ein noch helleres Licht ſetzten.

Er nahm zwey weiße ſeidene Bänder, welche am Feuer recht trocken gemacht waren, breitete ſie über eine glatte Fläche, es mochte dieſelbe ein Leiter oder Nichtleiter ſeyn, aus, zog den ſcharfen Rand eines elfenbeinernen Lineals über ſie hinweg, und fand, daß beyde Bänder ſo viel Elektricität erhalten hatten, daß ſie an der Fläche feſt anhiengen, wiewohl ſie, ſo lange ſie auf der Fläche liegen blieben, weiter kein anderes Merkmal äußerten. Als ſie beyde mit einander von der Fläche abgenommen wurden, zogen ſie einander an, indem das obere die harzige und zugleich ſtärkere, und das untere die glasartige und zugleich ſchwächere Elektricität angenommen hatte. Ward ein jedes beſonders abgenommen, ſo ſtießen ſie einander zurück, indem ſie beyde die harzige Elektricität erhalten hatten.

Bey dieſer Trennung beyder Bänder von der Fläche, und auch bey ihrer nachherigen Abſonderung von einander wurden Funken zwiſchen denſelben ſichtbar; hatte man ſie aber wieder auf die Fläche gelegt, oder an einander gebracht, ſo kam bey ihrer zweyten Trennung kein Licht zum Vorſchein, wofern ſie nicht abermals mit dem Lineale überſtrichen wurden. Wenn jedes Band beſonders abgenommen, und dadurch verurſacht ward, daß ſie einander zurückſtießen, und ſie nachher abermals auf die Fläche gelegt und mit einander abgenommen wurden, ſo zogen ſie einander nicht an. Und wenn dadurch, daß ſie mit einander abgenommen wurden, zuerſt verurſacht worden war, daß ſie einander anzogen, und man ſie

zum

zum andern male über der Fläche ausbreitete und alsdann jedes beſonders hinwegnahm, ſo ſtießen ſie, ohne vorhergegangenes neues Reiben, einander nicht zurück.

Wenn die Bänder auf vorerwähnte Art dieſelbe Elektricität erhalten hatten, und man ſie nicht auf den glatten Körper, worüber man ſie gerieben hatte, ſondern auf einen rauhen, und zugleich einen Leiter, z. B. Hanf oder Baumwolle, welche nicht recht trocken waren, legte, ſo äußerten ſie bey ihrer Trennung entgegengeſetzte Elektricitäten, welche wieder verſchwanden, wenn ſie wieder wie vorher an einander gebracht wurden.

Waren ſie ſo eingerichtet worden, daß ſie einander zurückſtießen, und wurden ſie nachher auf der rauhen Fläche über einander gelegt, ſo zogen ſie innerhalb wenigen Minuten einander an, wobey an dem unterſten der beyden Bänder die harzige Elektricität in eine glasartige Elektricität verwandelt worden war.

Wurden die beyden weißen Bänder auf der rauhen Oberfläche gerieben, ſo bekamen ſie allemal entgegengeſetzte Elektricitäten, und das obere Band hatte die harzige und das untere die glasartige Elektricität, auf was für Art man auch dieſelben herunter nehmen mochte.

Eben daſſelbe, was bey einer rauhen Oberfläche erfolgte, ward auch bey einem ſpitzigen Leiter bemerkt. Wurden z. B. zwey Bänder dergeſtalt eingerichtet, daß ſie einander zurückſtießen und mit einander parallel hiengen, und zog man die Spitze einer Nadel dem einen derſelben ſeiner ganzen Länge nach entgegen, ſo fuhren ſie ſofort mit Gewalt auf einander zu, wobey die Elektricität desjenigen Bandes, woran die

Nadel gebracht war, in die entgegengeſetzte verwandelt wurde.

Auf eben die Art, wie die Elektricität des einen Bandes verwandelt ward, bekam auch ein unelektriſirtes Band Elektricität, wenn man daſſelbe nämlich auf eine rauhe Oberfläche, und ein elektriſirtes Band darüber legte; oder wenn man es mit einem elektriſirten Bande parallel hielt und einen ſpitzigen Leiter daran brachte.

Er legte ein nicht gänzlich trockenes Band unter ein anderes, welches beym Feuer wohl getrocknet war, auf eine glatte Fläche, und fand, nachdem er daſſelbe mit ſeinem Lineale auf die gewöhnliche Art gerieben hatte, daß, auf welche Art man auch dieſelben von der Fläche hinwegnehmen mochte, das obere Band die harzige, und das untere die glasartige Elektricität bekommen hatte.

Waren beyde Bänder ſchwarz, ſo giengen alle vorerwähnten Verſuche eben ſo gut, wie bey den weißen, von ſtatten.

Gebrauchte er anſtatt eines Lineals irgend eine Haut oder ein Stück Glas, ſo war der Erfolg derſelbe; gebrauchte er aber eine Stange Schwefel, ſo waren die Elektricitäten allemal gerade das Gegentheil von den vorigen, und das Band, welches gerieben worden war, hatte jederzeit die glasartige Elektricität erhalten.

Bediente er ſich entweder Gold- oder gewöhnlichen Papiers, ſo war der Erfolg ungewiß. Waren die Bänder in Gold- oder in gemeinem Papier eingewickelt, und wurde das auf die vorerwähnte Fläche

che gelegte Papier gerieben, ſo bekamen beyde Bänder die harzige Elektricität.

War das eine Band ſchwarz, und das andere weiß, ſo bemerkte man, daß, welches von beyden auch oben liegen und auf was für Art das Reiben vorgenommen werden mochte, das ſchwarze gemeiniglich die harzige, und das weiße die glasartige Elektricität bekommen hatte.

Nichts deſto weniger fand er beſtändig folgenden Erfolg. So oft das Gewebe des obern Stücks Seide locker, nachgebend und netzförmig war, wie das Gewebe eines Strumpfs, ſo daß es ſich hin und her ziehen ließ, und wenn daſſelbe gegen das untere gerieben ward und das Reibzeug von der Beſchaffenheit war, daß es dem Glaſe nur wenig Elektricität mittheilte; ſo hieng die Elektricität, welche das obere Stück Seide bekam, nicht von dem Reibzeuge, ſondern von dem Körper ab, worauf es gelegen hatte; in welchem Falle die Elektricität des ſchwarzen allemal harzig, und die des weißen glasartig war. War hingegen die Seide von einem dichten Gewebe, hart und ſteif, und das Reibzeug von der Beſchaffenheit, daß das Glas dadurch einen ſtarken Grad der Elektricität erhielt, ſo hieng die Elektricität des obern Stücks nicht von dem untern, ſondern von dem Reibzeuge ab. Wenn daher ein weißer ſeidener Strumpf mit Goldpapier auf Glas gerieben war, ſo bekam er eine harzige, und das Glas eine glasartige Elektricität; ward hingegen ein Stück Seide von einem feſtern Gewebe auf die Glastafel gelegt, ſo bekam es, wenn es mit Schwefel gerieben ward, allemal, und wenn es mit Goldpapier gerieben ward, meiſtentheils die glasartige, und das Glas die harzige

zige Elektricität, ſo daß die Seide, welche gerieben ward, bisweilen von dem Reibzeuge, und bisweilen von der darunter gelegten Subſtanz eine Elektricität bekam, nach dem dieſelbe von dem einen oder von dem andern ſtärker gerieben worden war, oder nach dem Verhältniſſe, als das eine oder die andere geſchickter war, dem Glaſe Elektricität zu ertheilen.

Eine andere Reihe von Verſuchen des Hrn. Cigna erläutert das vom Herrn Symmer beobachtete Ankleben elektriſcher Strümpfe an Körpern mit glatten Oberflächen. Er ſtellte eine Bleyplatte auf elektriſche Körper, brachte ein elektriſirtes Band daran, und bemerkte, daß daſſelbe ſehr ſchwach angezogen ward. Als er ſeinen Finger an das Bley brachte, fuhr ein Funke heraus, worauf er das Band ſehr lebhaft anzog, und beyde mit einander nicht die geringſten Merkmale von Elektricität äußerten. Bey der Abſonderung des Bandes erſchienen ſie beyderſeits wieder elektriſirt, und es kam zwiſchen der Platte und dem Finger ein Funken zum Vorſchein.

Als er zwey Glastafeln auf einen mit dem Fußboden verbundenen glatten Leiter legte, und dieſelben auf gleiche Art rieb, wie die Bänder gerieben worden waren, ſo wurden ſie ebenfalls elektriſch, und hiengen ſowohl an einander als auch an dem Leiter feſt. Bediente man ſich einer dünnen Bleyplatte, ſo blieb ſie bey dem Anziehen ſchwebend. Waren ſie bey einander, ſo äußerten ſie weiter kein Zeichen von Elektricität.

Wurden die beyden Glastafeln von dem Leiter getrennt, aber beyſammen gehalten, ſo äußerten ſie an beyden Seiten eine glasartige Elektricität; und der

Leiter, wenn er iſolirt worden war, hatte eine harzige Elektricität angenommen.

Die beyden Glastafeln ſelbſt beſaßen, als ſie getrennt wurden, beyde Arten von Elektricität; und zwar die obere die glasartige und ſtärkere, und die untere die harzige und ſchwächere.

Von einem rauhen Leiter, ſie mochten entweder anfänglich darauf gerieben, oder aber darau gebracht worden ſeyn, nachdem ſie auf einem glatten gerieben worden waren, bekamen ſie kaum einige Elektricität, wiewohl ſie ſich, als ſie von einander geſondert wurden, eben ſo, wie vorher, verhielten.

Hieraus ſucht er zu erklären, warum eine Kugel oder Röhre, aus welcher die Luſt herausgepumpt oder welche inwendig mit leitenden Subſtanzen überzogen iſt, ſich durch Reiben nicht elektriſch machen läßt. In dieſem Falle, ſagt er, wird der glasartigen Elektricität auf der äußern Oberfläche des Glaſes durch die harzige in dem inwendigen Ueberzuge, oder in dem anſtatt eines Ueberzuges dienenden luftleeren Raume das Gleichgewicht gehalten; und daher hat es damit eben die Bewandtniß, wie mit den Glastafeln, während daß dieſelben auf vorgedachtem Leiter liegen. Wird aber der inwendige Ueberzug hinweg genommen, ſo zeigt ſich die Elektricität auf der auswendigen Seite, ohne daß ein abermaliges Reiben vorgenommen werden dürfte, als wenn die Tafeln von dem Leiter weggenommen waren.

Wenn er eine Anzahl Bänder von einerley Farbe auf den glatten Leiter legte, und ſein Lineal darüber hinweg zog, ſo fand er, daß, wenn er ſie, eins nach dem andern, hinwegnahm, ſie insgeſammt

an demjenigen Orte, wo ſie getrennt wurden, Funken von ſich gaben, ſo wie das letzte Band auf der glatten Tafel, und daß ſie insgeſammt die harzige Elektricität bekommen hatten.

Wurden ſie alle zuſammen von der Tafel hinweggenommen, ſo hiengen ſie wie eine einzige Maſſe zuſammen, welche auf beyden Seiten die harzige Elektricität äußerte. Wurden ſie in derſelben Ordnung auf den rauhen Leiter gelegt, und insgeſammt einzeln hinweggenommen, und zwar ſo, daß bey dem unterſten angefangen ward, ſo kamen, wie vorher, Funken zum Vorſchein; es hatten aber ſämmtliche Bänder die glasartige Elektricität bekommen das oberſte ausgenommen, welches die harzige Elektricität, die es durch das Reiben erhalten hatte, behielt.

Wurden ſie auf dem rauhen Leiter gerieben, und alle mit einem male hinweggenommen, ſo bekamen alle dazwiſchen befindliche Bänder die Elektricität entweder des oberſten oder des unterſten Bandes, nachdem man mit der Hinwegnehmung entweder bey dem höchſten oder bey dem niedrigſten den Anfang gemacht hatte.

Wurden zwey Bänder zugleich von dem Bündel abgenommen, ſo klebten ſie zuſammen, und äußerten in dieſem Zuſtande kein Merkmal der Elektricität, das doch bey einem allein geſchehen ſeyn würde. Wenn ſie von einander geſondert wurden, und die verſchiedenen Elektricitäten frey waren, ſo zeigte ſich, daß die Elektricität in dem äußerſten ſaß, und von derjenigen, vermöge welcher ſie an dem Bündel feſt geſeſſen hatten, das Gegentheil, aber weit ſchwächer war.

Er legte eine Anzahl Bänder auf eine metallene Platte, welche von der Kugel elektriſch ward, indem er einen ſpitzigen Körper an die andere Seite der Bänder hielt. Der Erfolg davon war, daß alle Bänder entweder die der Platte entgegengeſetzte, oder dieſelbe Elektricität erhielten, nachdem ſie abgenommen waren; das entfernteſte ausgenommen, welches allemal eine der Elektricität der Platte entgegengeſetzte Elektricität behielt.

Aus dieſen Verſuchen folgert er, daß, da die Elektricität von dem äußerſten Bande nach den unter demſelben befindlichen, oder von der untern Platte nach den zunächſt darüber befindlichen, wenn ſie von einander gebracht werden, fortgepflanzt wird, alsdann, wenn der Ueberzug von einer geladenen Glasſcheibe herab genommen wird, derſelbe gleichfalls ſeine Elektricität auf die Oberfläche des Glaſes abſetze, indem die Erſcheinungen bey beyden einerley ſind. Denn wenn er metallene Ueberzüge auf die Seite einer Glastafel ohne Kitt brachte, ſo ſaßen dieſe an dem Glaſe, wenn es geladen war, feſt an, und bey ihrer Abſonderung davon kam, ſo wie bey den Bändern, ein Licht zum Vorſchein.

Wenn er eine Anzahl Bänder auf gleiche Art überzog, und alsdann ladete, ſo ſaßen die Ueberzüge feſt an den Bändern an; er war aber nicht im Stande, ein einziges derſelben abzuſondern, ſondern wegen des lockern Gewebes der Seide fuhr ein Funke nach dem entgegenſtehenden Ueberzuge, welcher ſofort herabfiel, indem das Ganze alsdann entladen war.

Er glaubte aber, daß die Ueberzüge nicht alle ihre Elektricität auf der Platte abſetzten, wenn ſie davon

davon abgenommen wurden; denn ungeachtet alsdann die Elektricitäten der beyden Seiten einander immer noch das Gleichgewicht hielten, ſo bemerkte er doch, wenn die Oberfläche des Glaſes oder der Bänder ihre Elektricität vom Reiben, und die andere bloß von dem entgegenſtehenden Ueberzuge bekam, daß die Elektricitäten, welche einander das Gleichgewicht hielten, ſo lange ſich der Ueberzug darauf befand, alsdann, wenn derſelbe hinweg war, einander nicht ferner das Gleichgewicht halten wollten, ſondern daß alsdann die Elektricität auf derjenigen Oberfläche, welche gerieben war, das Uebergewicht hatte, weil der leitende Ueberzug bey ſeiner Abſonderung einen Theil ſeiner Elektricität mit ſich zugleich hinweggenommen hatte.

Zur Beſtätigung des Geſagten führt er noch einen andern Verſuch an. Er ladete eine auf der einen Seite belegte Glastafel, während die andere die Elektricität vermittelſt eines ſpitzigen Leiters von der Maſchine bekam. Er kehrte auch die Scheibe um, und machte, daß die überzogene Seite mit dem erſten Leiter verbunden war, da indeſſen ein ſpitziges Stück Metall an die entgegengeſetzte Seite gehalten ward, und fand in beyden Fällen, daß, ſo lange der Ueberzug darauf blieb, die beyden Elektricitäten einander das Gleichgewicht hielten; daß hingegen, als der Ueberzug herunter geriſſen ward, die Elektricität der abgewandten Seite das Uebergewicht hatte, ſo daß ſie an beyden Seiten der Scheibe ſichtbar war.

Die wichtigſten Entdeckungen und Bemerkungen, welche in dieſem Zeitraume gemacht worden ſind, betreffen ſolche Körper, welche in elektriſche Atmoſphären verſenkt worden ſind. Die erſten hieher gehöri-

 gen

gen Verſuche ſtellte Canton an, Franklin ſetzte ſie fort; endlich aber brachten die Herren Wilke und Aepinus die Entdeckung zur Vollkommenheit. Dieſen beyden letztern nämlich glückte es, zu beweiſen, daß die in elektriſche Atmoſphären gebrachten Körper allemal eine Elektricität bekommen, welche der Elektricität desjenigen Körpers entgegengeſetzt iſt, in deſſen Atmoſphäre ſie verſenkt werden. Dieſer Satz brachte ſie auf die Methode, eine Tafel von Luft gleich einer Glastafel zu laden, und die Erſcheinungen des Donners und Blitzes auf die vollkommenſte Art nachzumachen.

Canton [r]) hieng Korkkugeln, und zwar ein Paar an Zwirnsfaden, und ein anderes Paar an Seide, auf. Alsdann hielt er die elektriſch gemachte Röhre in einer ziemlichen Entfernung von den Kugeln mit den Zwirnsfäden, und bemerkte, daß dieſe von einander fuhren, und, wenn er die Röhre wieder hinwegnahm, ſich alſobald wieder an einander begaben; bey den an ſeidenen Fäden hangenden Kugeln hingegen mußte er die elektriſch gemachte Röhre weit näher bringen, ehe ſie von einander fahren wollten, jedoch blieben ſie, nachdem die Röhre hinweggenommen ward, noch eine Zeitlang von einander geſondert.

Da die Kugeln bey dem erſten dieſer beyden Verſuche nicht iſolirt waren, ſo konnte man, wie Canton bemerkt, eigentlich nicht ſagen, daß ſie elektriſirt worden waren, ſondern daß ſie, wenn ſie innerhalb der Atmoſphäre der elektriſch gemachten Röhre hiengen, das rings umher befindliche elektriſche Fluidum an ſich zogen und verdichteten, und durch das Zurückſtoßen der

r) Philoſ. Tranſact. Vol. XLVIII. P. I. p. 350.

der Theilchen deſſelben von einander gebracht wurden. Auch vermuthete er, daß die Kugeln zu dieſer Zeit weniger als ihren gewöhnlichen Antheil von elektriſcher Flüſſigkeit enthalten, in Vergleichung mit der zurückſtoßenden Kraft derjenigen, welche ſie umgiebt, obgleich etwas davon beſtändig ſich in die Fäden hinein begeben und durch ſie hindurch gehen mag. Wofern ſich dieſes wirklich ſo verhält, ſo, ſagt er, iſt es klar, warum die an Seide hangenden Kugeln bey dem zweyten Verſuche ſich in einem dichtern Theil der Atmoſphäre der Röhre befinden müſſen, ehe ſie einander zurückſtoßen wollen. Er fügt hinzu, daß bey der Annäherung einer elektriſch gemachten Stange Lack an die Kugeln bey dem erſten Verſuche anzunehmen ſey, daß das elektriſche Feuer durch die Fäden in die Kugeln komme, und daſelbſt bey ſeinem Durchgange nach dem Lack zu verdichtet werde; indem, nach Franklin, elektriſch gemachtes Glas das elektriſche Fluidum von ſich läßt, und elektriſch gemachtes Lack daſſelbe in ſich nimmt.

Als zwey Kugeln, welche vermittelſt Zwirnsfäden an eine iſolirte blecherne Röhre aufgehängt waren, poſitiv elektriſch wurden, und von einander fuhren, bemerkte er, daß ſie bey Annäherung der elektriſch gemachten Röhre ſich näher an einander begaben; ward dieſe in einer gewiſſen Entfernung gehalten, ſo berührten ſie einander; und ward ſie noch näher gebracht, ſo fuhren ſie wieder von einander.

Als die Röhre wieder daran gehalten ward, näherten ſie ſich einander, ſo lange bis ſie einander berührten, und fuhren alsdann, wie zuerſt, wieder aus einander. War die blecherne Röhre durch Lack oder durch den Drath einer geladenen Phiole elektriſch ge-

macht worden, ſo erlitten die Kugeln bey Annäherung des elektriſch gemachten Lacks oder des Draths der Phiole eine gleiche Veränderung. Waren die Korkkugeln durch Glas elektriſirt worden, ſo ward ihr Zurückſtoßen bey Annäherung einer elektriſch gemachten Stange Lack verſtärkt. Und die Wirkung war dieſelbe, wofern das elektriſch gemachte Glas dagegen gehalten ward, wenn ſie durch Lack elektriſirt worden waren.

Wenn das elektriſch gemachte Glas an das Ende oder die Spitze der blechernen Röhre in dem erſtern dieſer Verſuche gehalten wird, ſo wird dieſe nach Canton poſitiv, oder erhält noch einen Zuſatz, außer dem bereits vorher darin enthaltenen elektriſchen Feuer, und daher begiebt ſich etwas durch die Kugeln hinweg, und ſie ſtoßen einander zurück. Bey Annäherung des elektriſch gemachten Glaſes hingegen, welches ebenfalls das elektriſche Fluidum von ſich läßt, wird die Entladung deſſelben aus den Kugeln geſchwächt, oder es wird durch eine nach einer entgegengeſetzten Richtung wirkende Kraft ein Theil zurückgetrieben, und ſie begeben ſich an einander. Wird die Röhre in einer ſolchen Entfernung von den Kugeln gehalten, daß das Uebermaaß der Dichtigkeit der rings um dieſelben herum befindlichen elektriſchen Flüſſigkeit über die gewöhnliche Quantität in der Luft, dem Uebermaaße der Dichtigkeit der innerhalb denſelben befindlichen über der in dem Korke enthaltenen gewöhnlichen Quantität, gleich iſt; ſo wird ihr Zurückſtoßen ganz und gar aufgehoben. Wird hingegen die Röhre näher gebracht, ſo wird das Fluidum, ohne daß es dichter iſt als das innerhalb den Kugeln befindliche, von denſelben angezogen, und ſie begeben ſich wieder von einander.

Canton bemerkt ferner, daß, wenn der elektriſche Apparat einen Theil ſeines natürlichen Vorraths dieſer Flüſſigkeit durch die Annäherung elektriſch gemachten Lacks an das eine Ende derſelben verloren hat, oder negativ elektriſirt worden iſt, das elektriſche Fluidum von den Kugeln angezogen und eingeſogen wird, um den Abgang zu erſetzen; und zwar noch weit reichlicher bey Annäherung elektriſch gemachten Glaſes, oder eines poſitiv elektriſirten Körpers, als zuvor; daher die Entfernung zwiſchen den Kugeln zunimmt, je mehr das Fluidum um dieſelben vermehrt wird. Ueberhaupt wird das Zurückſtoßen der Kugeln entweder ſtärker oder ſchwächer, wenn der Unterſchied zwiſchen der Dichtigkeit der innern und äußern Flüſſigkeit vermehrt oder vermindert wird.

Er beobachtete, daß, wenn die iſolirte blecherne Röhre nicht elektriſirt war, und das elektriſch gemachte Glas gegen die Mitte derſelben gehalten ward, die an dem Ende hangenden Kugeln einander zurück ſtießen, und zwar um ſo viel mehr, je näher die elektriſche Röhre gebracht ward. Wurde ſie einige Sekunden lang ohngefähr 6 Zoll weit gehalten, und nachher zurückgezogen, ſo näherten ſich die Kugeln einander ſo lange, bis ſie einander berührten, und da ſie, ſo wie die Röhre weiter entfernt ward, wieder von einander fuhren, ſo ſtießen ſie noch immerfort einander zurück, als die Röhre gänzlich hinweg war. Dieſes letztere Zurückſtoßen ward durch die Annäherung elektriſch gemachten Glaſes verſtärkt, und durch die Annäherung elektriſch gemachten Lacks vermindert, eben ſo als wenn der Apparat auf die bey dem letztern Verſuche beſchriebene Art elektriſirt worden wäre.

Er iſolirte zwey blecherne Röhren A und B, und zwar ſo, daß ſie ſich in einer Linie mit einander und einen halben Zoll weit von einander befanden, und hieng an das entfernte Ende einer jeden ein Paar Korkkugeln. Als er hierauf die elektriſch gemachte Glasröhre gegen die Mitte von A brachte, und dieſelbe eine kurze Zeit in der Entfernung von wenigen Zollen hielt, ſo bemerkte er, daß jedes Paar Kugeln von einander fuhr. Als er die Röhre wieder zurückzog, kamen die Kugeln von A wieder an einander, und ſtießen ſodann einander wieder zurück; an den Kugeln von B hingegen war kaum einige Veränderung zu bemerken. Bey Annäherung elektriſch gemachten Glaſes ward die Repulſion der Kugeln von A ſtärker, und der Kugeln von B ſchwächer.

Bey dem erſten dieſer Verſuche ward, wie Canton behauptet, der gewöhnliche Vorrath elektriſcher Materie in der blechernen Röhre um die Mitte herum verdünnt, und durch die zurückſtoßende Kraft der Atmoſphäre der elektriſch gemachten Glasröhre, wenn ſie nahe daran gehalten ward, an den Enden verdichtet. Und vielleicht, ſagt er, mag auch wohl die blecherne Röhre etwas von ihrer natürlichen Quantität elektriſcher Flüſſigkeit verlieren, ehe ſie etwas von dem Glaſe annimmt, da dieſe Flüſſigkeit ſich weit leichter von den Enden oder Spitzen derſelben hinab, als nach der Mitte hin begiebt; und daher findet ſich auch, daß, wenn die Glasröhre hinweggezogen wird, und das Fluidum ſich wieder in dem Apparate überall gleich vertheilt befindet, dieſelbe negativ elektriſch geworden iſt, indem, wenn man elektriſch gemachtes Glas unter die Kugeln hält, ihr Zurückſtoßen ſtärker wird.

Bey

Bey dem letztern Verſuche nimmt Canton an, daß ein Theil der elektriſchen Flüſſigkeit, welche aus der einen blechernen Röhre herausgetrieben worden, ſich in die andere hineinbegebe, an welcher man bemerkt, daß ſie durch die Verminderung der Repulſion ihrer Kugeln, bey Annäherung elektriſch gemachten Glaſes, poſitiv elektriſirt ſey.

Man ſieht wohl, daß Canton der gemeinen Meynung zugethan war, daß ſich nämlich die Elektricität eines elektriſirten Körpers um den Körper herum in der Geſtalt einer Atmoſphäre aufhalte. Selbſt Franklin, welcher Cantons Verſuche weiter fortſetzte, behielt die gemeine Meynung von den elektriſchen Atmoſphären bey, und glaubte, daß ſich die Erſcheinungen weit leichter erklären ließen, wenn man annähme, daß dieſe Atmoſphären, wenn ſie nahe an einander gebracht werden, ſich nicht leicht vermiſchen und in eine einzige Atmoſphäre vereinigen, ſondern von einander geſondert bleiben und einander zurückſtoßen; und außerdem, daß eine elektriſche Atmoſphäre nicht nur eine andere elektriſche Atmoſphäre, ſondern auch das in der Subſtanz eines derſelben nahe gebrachten Körpers enthaltene elektriſche Fluidum zurückſtoße, und, ohne ſich mit demſelben zu vereinigen oder zu vermiſchen, es in die andern Theile des daſſelbe enthaltenden Körpers hinein treibe.

Franklin [s]) befeſtigte ein Bündel von 15 bis 20 ſeidenen Fäden, deren jeder 3 Zoll lang war, an das eine Ende ſeines erſten Leiters, welcher 5 Fuß Länge und 4 Zoll im Durchmeſſer hatte und auf ſeidenen Schnüren ruhete. Die Fäden waren etwas feucht, aber nicht naß. Als bey dieſen Umſtänden eine

s) Philoſ. Tranſ. Vol. XLIX. P. I. p. 300.

eine elektriſch gemachte Röhre dem den Fäden gegen über befindlichen Ende des erſten Leiters nahe gebracht ward, ſo daß einige Funken hervorgebracht wurden, fuhren die Fäden aus einander, indem dadurch jeder Faden ſeine elektriſche Atmoſphäre erhalten hatte.

Als in dieſem Zuſtande die elektriſche Röhre nahe gebracht ward, jedoch ohne Funken herauszu- locken, ſo fuhren die Fäden noch mehr aus einander; als ſie aber zurückgezogen ward, ſo ſchloſſen ſie ſich eben ſo dicht wieder an einander, indem die Atmoſphäre des Leiters durch die Atmoſphäre der Röhre in die Fäden hineingetrieben worden war, und beym Hinweg- ziehen der Röhre wieder zurück kehrte, wobey als- dann nicht das geringſte von ihrer Atmoſphäre zurück geblieben war.

Ward die elektriſche Röhre unter die aus ein- ander fahrenden Fäden gehalten, ſo begaben ſie ſich ein wenig an einander, indem ein Theil ihrer At- moſphären in den Leiter hinein getrieben worden war. Als ſie wieder zurückgezogen ward, fuhren ſie eben ſo weit von einander, indem derjenige Theil ihrer Atmoſphären, welchen ſie eingebüßt hatten, von dem Leiter wieder zurück kehrte, und die Röhre nicht das geringſte von ihrer eigenen hinter ſich gelaſſen hatte.

Wenn die elektriſche Röhre 5 oder 6 Zoll weit von dem den Fäden entgegengeſetzten Ende des Lei- ters gehalten ward, ſo ſonderten ſie ſich von einan- der, und als man ſie wieder zurücknahm, begaben ſie ſich abermals an einander; ward aber alsdann, da ſie ſich einander zurückſtießen, ein Funken aus dem Leiter nicht weit von denſelben hervorgelockt, ſo ſchloſ- ſen ſie ſich wieder an einander, und beym Zurückzie-

hen

hen der Röhre ſtießen ſie ſich ab. In beyden Fällen ließ die Röhre nicht das geringſte von ihrer Atmoſphäre hinter ſich. Sie trieb bloß die natürliche Quantität der in dem Leiter vorhandenen Elektricität nach den Fäden; und als ein Theil derſelben durch den herausgelockten Funken hinweggegangen war, ließ die Röhre den Leiter und die Fäden negativ, in welchem Falle dieſelben einander zurück ſtießen, als wenn ſie poſitiv elektriſirt worden wären.

Wenn in dieſer Verfaſſung die elektriſche Röhre dem Leiter nahe gebracht ward, ſo begaben ſie ſich wieder an einander, indem die Atmoſphäre der Röhre die Atmoſphäre des Leiters in die Fäden hinein trieb, um die Stelle der verloren gegangenen wieder zu erſetzen. Ward aber die Röhre wieder zurückgezogen, ſo öffneten ſie ſich wieder, indem die Röhre, wie zuvor, ihre ganze Atmoſphäre mit ſich hinweg genommen hatte. Ward die elektriſche Röhre unter die mit negativer Elektricität aus einander fahrenden Fäden gebracht, ſo begaben ſie ſich noch mehr von einander, weil die Atmoſphäre der Röhre noch mehr von den Atmoſphären der Fäden hinweg trieb, und ihnen an deren Stelle nichts wieder gab.

Endlich brachte Franklin die elektriſche Röhre dem erſten Leiter, als derſelbe nicht elektriſirt war, nahe; und als die Fäden darnach aus einander fuhren, ſo hielt er ſeinen Finger nahe daran, und bemerkte, daß ſie demſelben auswichen. Franklin erklärt dieß dadurch, daß er annimmt, daß, wenn ein Finger in die Atmoſphäre der Glasröhre gebracht ward, ein Theil der natürlichen Elektricität durch ſeine Hand und durch ſeinen Leib zurückgetrieben werde, ſo daß der Finger ſowohl als die Fäden negativ elektriſch blie-

blieben, in welchem Falle ſie nothwendig einander zurückſtoßen müßten. Zur Beſtätigung dieſer ſeiner Meynung hielt er einen dünnen Flocken Baumwolle, 2 bis 3 Zoll lang, nahe an den erſten Leiter, welcher durch elektriſch gemachtes Glas elektriſirt worden war, wobey ſich die Baumwolle nach dem Leiter zu ausdehnte; und bemerkte, daß ſie in dieſem Zuſtande von dem Finger ſeiner andern Hand zurückwich, da ſie zu gleicher Zeit von einem Drathe einer poſitiv geladenen Bouteille angezogen ward.

Alle dieſe Verſuche des Herrn Franklin wurden von den Herren Wilke und Aepinus beſtätigt, und viel weiter gebracht.

Wilke[t]) bemerkt, daß ein in eine elektriſche Atmoſphäre hinein gebrachter kleiner Körper, wenn derſelbe von keinem andern Körper berührt wird, und man ihn, noch ehe er zurückgeſtoßen wird, wieder zurückzieht, nicht das geringſte Zeichen einiger Elektricität zeigt; und wenn er ja dergleichen äußert, ſie doch von eben der Art iſt, wie diejenige Elektricität des Körpers, in deſſen Atmoſphäre er verſenkt ward. Wird irgend ein mit dem Fußboden verbundener Körper an dieſen leichten Körper gebracht, während dieſer in der Atmoſphäre des elektriſchen Körpers verſenkt bleibt, ſo wird er von demſelben zuerſt angezogen und nachher zurückgeſtoßen. Bringt man dieſem leichten Körper eine Spitze nahe, und zieht ihn nachher wieder zurück, ſo erhält derſelbe eine Elektricität, welche von der Elektricität des elektriſirten Körpers das Gegentheil iſt. Hieraus ſchließt er, daß Theile unelektriſcher Körper, welche in elektri-

t) De electricitatibus contrariis. Roſtochi. 1757. 4.

triſche Atmoſphären verſenkt worden, eine Elektricität erhalten, welche von der Elektricität der Atmoſphäre, worin ſie verſenkt wurden, das Gegentheil iſt.

Er ſtellte zwey große iſolirte Leiter mit ihren Enden gegen einander, hieng eine Korkkugel an Seide zwiſchen dieſelben, und bemerkte, daß, wenn er die elektriſche Glasröhre an das eine Ende des einen Leiters hielt, die Korkkugel zwiſchen denſelben ſehr geſchwind hin und her ſpielte, und wenn die Röhre eine Zeitlang in eben derſelben Entfernung gehalten ward, in Ruhe blieb. Beym Hinwegziehen der Röhre nahm die Bewegung der Korkkugel wieder ihren Anfang, und hörte endlich, wie zuvor, nach und nach wieder auf. Wurden die Leiter, welche ſich innerhalb der Röhre der Atmoſphäre befanden, von einander geruckt, ſo gaben ſie, wenn man ſie nachher wieder an einander brachte, einen Funken von ſich. Dieſer Verſuch beſtätigte den Satz, daß derjenige Theil eines Körpers, welcher in die Atmoſphäre eines elektriſirten Körpers verſenkt wird, die entgegengeſetzte Elektricität bekomme.

Den vollſtändigſten Beweis dieſes allgemeinen Satzes aber gab ein gewiſſer Verſuch des Herrn Aepinus [u]). Er legte auf das Ende eines großen metalliſchen Leiters ein kleines Gewicht, und führte es vermittelſt einer ſeidenen Schnur von dem Leiter ab, während das Ende, worauf es ruhete, in die Atmoſphäre eines elektriſchen Körpers verſenkt war, und fand, daß daſſelbe wirklich eine Elektricität, welche von der Elektricität der Atmoſphäre ganz verſchieden war, bekommen hatte. Ward das Ende des Leiters, welches demjenigen, worauf das bewegliche Gewicht

u) Tentamen theoriae electricitatis. p. 129.

wicht lag, entgegengeſetzt war, dergeſtalt eingerichtet, daß es mit der Erde eine Verbindung hatte, ſo bekam derjenige Theil deſſelben, welcher ſich dem durch Reiben elektriſirten Körper nahe befand, dennoch die entgegengeſetzte Elektricität. Als er das bewegliche Gewicht auf das gegen über befindliche Ende des Leiters, wenn derſelbe iſolirt war, ſtellte, ſo fand er, daß daſſelbe bisweilen eine Elektricität, welche von der Elektricität des elektriſirten Körpers das Gegentheil war, bisweilen eben dergleichen, wiewohl ſchwache Elektricität, mannichmal aber auch gar keine Elektricität erhalten hatte.

Aepinus kam auf die Gedanken, daß dieſer Satz nothwendig auch beym Glaſe, und allen übrigen elektriſchen Körpern ſtatt finden müſſe, indem dieſe ſo gut wie Leiter in ihrem natürlichen Zuſtande eine gewiſſe Quantität elektriſcher Flüſſigkeit enthalten. Um dieſes zu erforſchen, nahm er eine Glasröhre, und machte das eine Ende derſelben poſitiv elektriſch. Der Erfolg davon war, daß 4 oder 5 Zoll dieſes Endes poſitiv, die zunächſt darauf folgenden 2 Zoll negativ elektriſch waren, und der übrige Theil der Röhre wieder, wiewohl ſchwach, poſitiv elektriſch war. Er wiederholte dieſen Verſuch ſehr oft mit dem nämlichen Erfolge, wie er ſich denn auch ſtatt des Glaſes einer dichten Schwefelſtange bediente. Zur Erklärung dieſer Begebenheit nimmt er an, daß die dem Ende der Röhre mitgetheilte Elektricität die natürliche Quantität der Flüſſigkeit in dem Glaſe auf eine gewiſſe Entfernung zurückſtoße. Dieſe aus ihrem natürlichen Zuſtande ſich herausbegebende Quantität wird ſeiner Meynung nach verdichtet, und vertreibt folglich eine andere Quantität der dem Glaſe

natür-

natürlichen elektriſchen Flüſſigkeit aus ihrer Stelle, da denn auf dieſe Art die ganze Stange abwechſelnd poſitiv und negativ elektriſch wird. Aepinus behauptet, daß er bloß durch Theorie auf dieſen Verſuch gekommen ſey, indem die Begebenheit mit demjenigen genau übereinſtimmt, was er vorher als nothwendige Folge aus Franklin's Grundſätzen von der poſitiven und negativen Elektricität abgeleitet hatte.

Aepinus wurde zu dieſen Verſuchen durch die oben erwähnten Experimente des Herrn Wilke veranlaßt. Beyde Herren, welche ſich damals zu Berlin aufhielten, ſetzten dieſe Verſuche gemeinſchaftlich fort, bis ſie dadurch auf die Entdeckung einer Methode fielen, eine Tafel Luft auf eben die Art, wie bisher gewöhnlich mit Glastafeln geſchehen war, zu laden, und über den berühmten Leydenſchen Verſuch noch mehr Licht zu verbreiten.

Bey den vorigen Verſuchen beobachteten dieſe Herren, daß der negative Zuſtand des einen Körpers von dem entgegengeſetzten Zuſtande des andern abhieng, wie es denn mit den zwey Seiten einer geladenen Glasſcheibe gerade dieſelbe Bewandtniß hatte; und der Grund der Nichtmittheilung eben derſelben Elektricität war offenbar die Undurchdringlichkeit des Glaſes für die elektriſche Flüſſigkeit in dem einen, und die Undurchdringlichkeit der Luft in dem andern Falle. Bey dieſem Gedanken machten ſie verſchiedene Proben, die elektriſche Erſchütterung vermittelſt der Luft hervorzubringen. Endlich gelang es ihnen, da ſie große hölzerne Bretter, welche mit Blech überzogen waren, mit den flachen Seiten in gleicher Weite, und zwar einige Zoll von einander, aufhiengen.

Denn ſie fanden, daß, wenn das eine Brett poſitiv elektriſirt ward, das andere, dem vorigen Verſuche gemäß, allemal negativ elektriſch war. Die Entdeckung ward aber dadurch vollſtändig gemacht und außer Zweifel geſetzt, da jemand die eine Tafel mit der Hand anrührte, und ſeine andere Hand an die andere Tafel brachte, da er denn einen erſchütternden Schlag durch ſeinen ganzen Körper empfand, der dem bey dem Leydenſchen Verſuche entſtehenden völlig ähnlich war.

Mit dieſer Lufttafel ſtellten ſie mancherley Verſuche an. Die beyden mit Blech überzogenen Bretter, da ſie ſich in entgegengeſetzten Zuſtänden befanden, zogen einander ſtark an, und würden ſich mit Gewalt einandert genähert haben, wenn ſie nicht durch Schnüre von einander gehalten worden wären. Bisweilen entladete ſich die Elektricität von beyden durch einen zwiſchen denſelben herausfahrenden Funken, als wenn eine Glasſcheibe von allzuſcharfer Entladung zerſprang. Ein dazwiſchen gehaltener Finger beförderte die Entladung, und fühlte den erſchütternden Schlag. Ward an einer der Tafeln eine Erhabenheit gemacht, ſo geſchah allemal die Selbſtentladung da hindurch, und wenn ein ſpitziger Körper auf eine derſelben geſteckt war, ſo ward dadurch die Ladung ganz und gar gehindert.

Der Zuſtand dieſer zwey Tafeln ſtellt, wie ſie bemerken, gerade den Zuſtand der Wolken und der Erde bey einem Gewitter vor, indem die Wolken allemal in dem einen, und die Erde in dem entgegengeſetzten Zuſtande ſich befinden, während der zwiſchen denſelben befindliche Körper von Luft eben die Wirkung hervorbringt, wie die kleine Lufttafel

zwi-

zwiſchen den Brettern, oder die Glastafel zwiſchen den beyden Metallbelegungen bey dem Leydenſchen Verſuche. Die Erſcheinung des Blitzes iſt das Zerberſten der Lufttafel bey einer von ſelbſt erfolgenden Entladung, welche allemal durch Erhabenheiten erfolgt, und die Körper, durch welche die Entladung bewerkſtelligt wird, werden ſtark erſchüttert.

Ihrer Meynung nach ließ ſich auch aus demſelben Grundſatze eine gewiſſe Beobachtung des Herrn Nollet erklären, da ſich nämlich die Elektricität oft ſtark äußerte, wenn das Zimmer voller Menſchen war, und insbeſondere noch weit mehr, wenn viele derſelben ſich nahe an einander drängten, um die Verſuche mit anzuſehen. Der Leiter befand ſich alsdann in dem einen, und die Geſellſchaft in einem andern Zuſtande, ſo daß, indem dieſe eine anſehnliche Fläche ausmachte, jemand, der einen Funken aus derſelben herauslockte, als wodurch er die Elektricität der ganzen Geſellſchaft entladete, denſelben weit ſtärker fühlte, als wenn er einzeln geſtanden hätte.

Dieſelben Verſuche waren dem Herrn Aepinus auch dazu behülflich, ſich von der Undurchdringlichkeit des Glaſes für die elektriſche Flüſſigkeit einen weit deutlichern Begriff zu machen. Denn da ſich eine Lufttafel eben ſo gut wie eine Glastafel laden läßt, ſo muß dieſe Eigenſchaft, es ſey auch was es wolle, nothwendig beyden gemein ſeyn, und es konnte unmöglich, wie Franklin vormals behauptete, etwas der innern Struktur des Glaſes eigenthümliches ſeyn. Die Undurchgänglichkeit muß daher, ſchließt er, allen elektriſchen Körpern gemein ſeyn; und da ſie insgeſammt durch Mittheilung Elektricität bis zu einem gewiſſen Grade erhalten, ſo muß es in der Schwie-

rigkeit und Langſamkeit, mit welcher die elektriſche Flüſſigkeit ſich in ihren Zwiſchenräumchen bewegt, beſtehen, da ſie hingegen in vollkommenen Leitern ganz und gar kein Hinderniß antrifft.

Eben dieſe Folge von Verſuchen war es auch vornämlich, welche Hrn. Aepinus dahin brachte, das Daſeyn elektriſcher Atmoſphären, welche in Ausdünſtungen aus elektriſirten Körpern beſtehen, zu läugnen.

Indeſſen ſcheint er dieſes als eine kühne Meynung zu betrachten, indem er hierin, wie er ſagt, von allen Elektriſirern, welche vor ihm geſchrieben haben, und auch ſogar von Franklin ſelbſt abgehe; ungeachtet die gemeine Meynung, wie er glaubt, durch die allgemeinen Grundſätze ſeiner Theorie gar nicht begünſtigt wird, wobey man annimmt, daß ſich die elektriſche Flüſſigkeit mit einer Schwierigkeit durch jede elektriſche Subſtanz, gleich der Luft, bewege.

Da ſich aber die Elektricität an dem bloßen Körper wie ein Spinngewebe fühlen laſſe, ſo könnte man zwar behaupten, daß die elektriſche Atmoſphäre wirklich etwas in die Sinne fallendes enthalten müſſe; allein er antwortet hierauf, daß dieſes Gefühl und der Schwefelgeruch elektriſcher Körper nichts weiter als Empfindungen ſeyen, welche bloß durch die Wirkungen der Flüſſigkeit in den elektriſirten Körpern auf die elektriſche Flüſſigkeit in den Naſenlöchern oder der Hand, oder auf dieſe Theile des Leibes ſelbſt in einem unelektriſirten Zuſtande, verurſacht werden, und daß ſie von einer Perſon, welche nicht dieſelbe Art und denſelben Grad der Elektricität beſitzt, gar nicht gefühlt werden.

Eben

Eben daher glaubt er, daß man keinesweges einen hinreichenden Grund habe, ſolche Atmoſphären anzunehmen; und erklärt, daß, ſo oft er ſich des Worts bediene, er nichts weiter darunter verſtehe, als den Wirkungskreis der einem gewiſſen Körper zugehörigen Elektricität. Oder es kann auch, ſagt er, die benachbarte Luft, welche dadurch elektriſirt wird, ſo genannt werden.

Daß aber dergleichen Atmoſphären, fährt er fort, auf elektriſche Verſuche von weniger Wirkung ſind, erhellt aus dem Umſtande, daß, wenn mit einem Blaſebalge dagegen geblaſen wird, die Elektricität des Körpers, welche denſelben umgiebt, keine merkliche Verminderung erleidet. Er behauptet, daß die elektriſche Flüſſigkeit gänzlich in dem elektriſirten Körper ihren Sitz habe, und von da ihr Anziehen und Zurückſtoßen in einer gewiſſen Entfernung äußere.

Auch Beccaria x) hatte aller Wahrſcheinlichkeit nach vor Aepinus behauptet, daß elektriſche Körper keine andere Atmoſphäre, als diejenige Elektricität hätten, welche der benachbarten Luft mitgetheilt wird, und der oben von ihm erwähnten Entdeckung gemäß in die Luft, und nicht in die elektriſirten Körper übergeht.

Eben dieſer Beccaria erwähnt auch noch eines Verſuchs, welcher, ſeiner Meynung nach, ausdrücklich beweißt, daß alle irgend einem Körper mitgetheilte Elektricität ſich nicht in der Luft verbreite, ſondern ſich an die Oberfläche des Körpers anſetze. Er elektriſirte einen großen Leiter von Goldpapier, wovon

x) Elettriciſmo artificiale e naturale. p. 54.

wovon die Vergoldung an verſchiedenen Stellen herum ganz und gar hinweg war, und bemerkte, daß, ſo oft er denſelben entladete, indem er an dem Ende einen Funken herauslockte, an allen goldleeren Stellen andere Funken ſichtbar wurden, weil die Ladung der entfernteſten Theile durch die Subſtanz des Metalls hindurch, und nicht zugleich mit der Luft, gegangen war, wie wenigſtens der größte Theil davon gethan haben würde, wofern er ſich daſelbſt aufgehalten hätte.

Canton's Meynung iſt zuletzt, wie Prieſtley bemerkt, ebenfalls geweſen, daß elektriſche Atmoſphären nicht in Ausdünſtungen aus elektriſirten Körpern, ſondern bloß in einer Veränderung des Zuſtandes der in der Luft, welche dieſelben umgiebt, enthaltenen oder dazu gehörigen elektriſchen Flüſſigkeit, bis zu einer gewiſſen Entfernung, beſtehen; daß durch Reiben elektriſch gemachtes Glas die elektriſche Flüſſigkeit davon zurückſtößt, und mithin jenſeit dieſer Entfernung dieſelbe dichter macht; daß hingegen elektriſirtes Siegellack die in der Luft befindliche elektriſche Flüſſigkeit näher an ſich zieht, und dieſelbe dünner macht, als ſie zuvor war.

Es iſt bereits oben bemerkt, daß ein gewiſſer Verſuch des Herrn Franklin, welcher ſeiner Meynung nach darthun ſoll, daß elektriſche Atmoſphären die Luft nicht ausſchließen, uns mit allem Rechte das Daſeyn ſolcher Atmoſphären vermuthen laſſe, da bekannter Maaßen die Elektricität die Luft fortſtößt. Ein anderer Verſuch von derſelben Beſchaffenheit ward von Darwin [y]) angeſtellt. Er nahm nämlich eine Glasröhre, welche an dem einen Ende offen und an dem

m) Philoſ. Tranſ. Vol. L. P. I. p. 351.

dem andern mit einer Kugel verſehen war. Dieſe Kugel und die Hälfte der Röhre belegte er, und nachdem er dieſelbe umgekehrt und einen beträchtlichen Theil davon in ein Gefäß, worin Terpentinöl befindlich war, getaucht hatte, ſteckte er einen Drath hinein, und ladete ſie. Er bemerkte, daß das Oel ganz und gar nicht zu Boden fiel. Hieraus ſchloß er, daß die rings um den Drath und die Belegung der Röhre über dem Oele fließende elektriſche Atmoſphäre die Luft nicht vertreibe, ſondern ſich in ihren Zwiſchenräumen aufhalte.

Ein den Verſuchen der Herren Franklin und Darwin ähnlicher Verſuch wurde von Beccaria [z]) angeſtellt. Er nahm eine belegte Phiole und ſteckte ein kleines Glasröhrchen hinein, welches daſelbſt, wo es aus der Phiole hervorgieng, horizontal umgebogen war; er verklebte es mit Kitt, und brachte leichte Aſche an das äußerſte Ende des Röhrchens, welches eine überaus feine Oeffnung hatte, und bemerkte allemal, daß die Aſche hinweggeblaſen ward, ſo oft ein Funke in die Phiole hineinfuhr; nachher aber begab ſich dieſelbe nach dem Ende des Röhrchens zu wieder zurück.

Obgleich Franklin verſchiedene wichtige Entdeckungen in Anſehung der Leydner Flaſche gemacht hatte, ſo blieben ihm doch noch manche Umſtände unbekannt und unerklärbar. Erſt durch die wichtige Erfindung der Herren Wilke und Aepinus, den erſchütternden Schlag vermittelſt einer geladenen Luftſcheibe hervorzubringen, wurde ein vorzügliches Licht über die Eigenſchaften der Leydner Flaſche verbreitet. Es

z) Lettere dell' elettriciſmo. p. 79.

Es iſt daher natürlich, zu vermuthen, daß ſich mehrere Elektriſirer mit Unterſuchungen über die Leydner Flaſche beſchäftigten, und Verſuche unter mancherley abgeänderten Umſtänden anſtellten, um die wundervolle Wirkung dieſer Verſtärkungsflaſche zu einer Gewißheit zu bringen.

Gleich nach der Entdeckung des durch Glas hervorgebrachten erſchütternden Schlages machten die Elektriſirer Verſuche, auch andere elektriſche Subſtanzen zu laden; allein ſie wollten vor Beccaria niemanden glücken. Dieſer fand [a]), daß eine ſehr glatte Tafel Siegellack, welche dadurch zubereitet ward, daß man dieſe Subſtanz, wenn ſie geſchmolzen war, auf einen mit Oel getränkten marmornen Tiſch goß, eine ziemliche Ladung bekam.

Denſelben Verſuch ſtellte er noch mit verſchiedenen andern elektriſchen Körpern an, und bemerkte, daß ein Gemenge von Pech und Geigenharz weniger als Siegellack, hingegen mehr als Schwefel, und noch um einen großen Theil mehr als Pech allein, ſich laden ließ.

Einen der merkwürdigſten Verſuche über dieſen Gegenſtand ſtellte Beccaria in dieſer Abſicht an, um in Anſehung der wirklichen Richtung der elektriſchen Flüſſigkeit bey einer Entladung etwas Gewiſſes zu beſtimmen. Er hieng eine überzogene Glastafel an einen ſeidenen Faden auf, und nachdem er ſie geladen und in völliger Ruhe gelaſſen hatte, bemerkte er, daß, wenn die Entladung vermittelſt eines an beyden Seiten zugleich nahe gebrachten gekrümmten Draths geſchah, der Glastafel keine Bewegung mit-

a) Lettere dell' elettriciſmo. p. 64.

mitgetheilt ward. Dieſer Verſuch bewies in der That die Gegenwirkung des Glaſes auf die elektriſche Materie, wodurch die Tafel in Ruhe gehalten ward, obgleich die elektriſche Flüſſigkeit mit großer Heftigkeit von der einen Seite nach der andern zuſchoß. Er vergleicht das Glas mit einer zwiſchen zwey andern hangenden elfenbeinernen Kugel, welche ihren Ort behält, wenn die auf beyden Seiten befindlichen nach einem der einen derſelben beygebrachten Stoße ſich zurückbewegen.

Hartmann [b]) in Hannover hat einen Verſuch mitgetheilt, welcher die fortſchreitende Bewegung der Exploſion zu beweiſen ſcheint. Er ließ den elektriſchen Schlag durch eine Menge Stückkugeln, bisweilen an die 40, welche auf kleinen Trinkgeſchirren nahe an einander gelegt waren, hindurch fahren, wobey ſämmtliche Funken in ein und demſelben Augenblicke geſehen wurden, und alles Schnappen nur einen Knall ausmachte. Nahm er aber, anſtatt der metallenen Kugeln, Eyer, ſo war die fortſchreitende Bewegung der Exploſion ſichtbar; und zwey und zwey gaben immer ſchnappende und brennende Funken von ſich. Dieſer Verſuch erfordert eine der Elektricität ſehr günſtige Witterung, und es iſt, wie er verſichert, gemeiniglich mit 10 oder 11 Eyern am beſten gelungen.

Einen ſinnreichen Verſuch ſtellte auch Amadeus Lullin [b]) zu Genf in der Abſicht an, um die Richtung

b) Abhandl. von der Verwandſch. u. Aehnlichk. der elektriſchen Kraft mit den erſchrecklichen Lufterſcheinungen. S. 58.

c) Diſſ. phyſ. de electricitate p. 24.

tung der elektriſchen Flüſſigkeit bey Explosionen zu beſtimmen, welcher, wie er glaubt, dem Kreuzverſuche näher kömmt, als irgend ein anderer. Er legte eine gemeine Karte in den Bezirk der Exploſionen, während der Drath, welcher mit der poſitiven Seite der Flaſche verbunden war, auf der einen Seite derſelben, und der mit der negativen verbundene auf der andern Seite lag, und die Enden derſelben nicht einander gegen über, ſondern etwas entfernt gelegt worden waren. Nachdem er dieſe Einrichtung gemacht hatte, ſo bemerkte er, daß beym Entladen die Karte beſtändig dicht an dem Ende des mit der negativen Seite der Flaſche verbundenen Draths durchbort war, als ob die elektriſche Flüſſigkeit, welche von der poſitiven Seite der Flaſche in den damit verbundenen Drath hinein und aus dem Ende deſſelben hinaus fuhr, durch ihren eigenen elektriſchen Stoß längs der Oberfläche der Karte getrieben worden wäre und dieſelbe nicht eher durchbort hätte, als bis ſie dem Ende des andern Draths gegen über gekommen wäre, welcher mit der negativen Seite in Verbindung ſtand, wodurch dieſelbe ſtark angezogen ward.

Ein anderes merkwürdiges Experiment über die Leydner Flaſche ward vom Prof. Richmann zu Petersburg angeſtellt. Er überzog beyde Seiten einer Glasſcheibe 2 oder 3 Zoll vom Rande, und befeſtigte leinene Fäden an dem obern Theile des Ueberzuges an beyden Seiten. Wenn die Scheibe nicht geladen war, hiengen dieſe Fäden dicht an dem Ueberzuge herab; wenn er aber die Scheibe aufrecht ſtellte, und ſie ladete, ſo bemerkte er, daß, wenn weder die eine noch die andere Seite von ſeinem Finger oder ſonſt einem andern mit der Erde verbundenen Leiter berührt ward,

beyde

beyde Fäden von dem Ueberzuge zurückfuhren, und in gleicher Entfernung davon abſtanden; brachte er aber ſeinen Finger, oder irgend einen andern Leiter, an eine Seite, ſo begab ſich der an dieſer Seite hangende Faden näher nach dem Ueberzuge hin, während der Faden an der abgewandten Seite um eben ſo viel zurückwich; und daß, wenn ſein Finger dicht an eine Seite gebracht ward, der Faden auf dieſer Seite ebenfalls dicht daran fiel, während der Faden auf der entgegenſtehenden Seite zweymal ſo weit, als er anfänglich gehangen hatte, zurückwich, ſo daß die beyden Fäden allemal dergeſtalt hiengen, daß ſie einerley Winkel mit einander machten.

Aepinus [d]) zeigte, daß es eigentlich der Wahrheit nicht gemäß ſey, daß eine freyſtehende Perſon, wenn ſie die Leydner Flaſche durch ihren eigenen Körper hindurch entladet, keine Elektricität bekomme. Als er eine große Lufttafel elektriſirte, nahm er wahr, daß, wenn die nähere Tafel poſitiv elektriſirt war, er durch das Entladen eine poſitive, wenn ſie hingegen negativ elektriſch war, er eine negative Elektricität bekam. Er nimmt an, daß der Grund, warum Franklin der Verſuch nicht gelungen ſey, darin gelegen habe, daß die Oberflächen, womit er den Verſuch angeſtellt hat, nicht groß genug geweſen ſeyen, die Wirkung merklich zu machen; und daß die Entfernung der metallenen Platten ebenfalls kleiner geweſen ſey, als ſie bey Ladung des Glaſes hätte ſeyn ſollen.

Nach dem von Wilke entdeckten Grundſatze, daß nämlich die Elektricität des einen Körpers die Elektricität eines andern, vornämlich wenn derſelbe eine breite Oberfläche hat und er ihm die entgegengeſetzte Elektri-

d) Tentamen theor. electric. p. 27.

Elektricität ertheilt, zurückſtoße, hatte **Cigna** *) eine neue Methode, die Phiole zu laden, erfunden.

Er legte eine glatte Bleyplatte auf einen elektriſchen Körper, und lockte unterdeſſen, daß er einen elektriſchen Körper, z. B. einen ſeidenen Strumpf, daran brachte, mit dem Drathe einer Phiole aus der entgegenſtehenden Seite einen Funken heraus; nahm alsdann den Strumpf hinweg, und erregte einen andern Funken vermittelſt ſeines Fingers oder irgend eines mit dem Fußboden verbundenen Leiters. Als er den Strumpf zum zweytenmal der Platte näher brachte, erregte er mit dem Drathe der Phiole, wie vorher, einen zweyten Funken, und bey Wiederhinwegnehmung deſſelben einen andern auf dieſelbe Art vermittelſt ſeines Fingers. Dieſes Verfahren wiederholte er ſo lange, bis die Phiole geladen war, welches bey günſtiger Witterung mit ſehr weniger Verminderung der Elektricität des Strumpfs geſchah.

Wenn er, anſtatt einen zweyten Funken vermittelſt ſeines Fingers herauszulocken, den Drath einer andern Phiole dazu gebrauchte, ſo ward dieſe ebenfalls, ohne daß ein mehreres dazu erforderlich geweſen wäre, und zwar mit einer der Elektricität der andern Phiole entgegengeſetzten Elektricität geladen. Ward der zweyte Funken vermittelſt des Ueberzuges eben derſelben Phiole erregt, ſo geſchah das Laden geſchwinder, die Operation aber war mühſam zu bewerkſtelligen.

Dieſe neue Methode des Ladens der Phiole läßt ſich aus dem vorerwähnten Grundſatze leicht erklären. Da die hinzunahende Elektricität in dem Strumpfe nicht

*) Miſcellanea ſociet. Taurinenſ. 1765. p. 49. ſqq.

nicht geſchickt iſt, ſich in die platte breite Oberfläche des Metalls hinein zu begeben, ſo treibt ſie das elektriſche Fluidum aus dem entgegenſtehenden Theile der Platte hinaus, nach der andern Seite zu, welche, weil ſie dadurch überladen wird, ihren Ueberfluß an den Drath der Phiole abtritt. Wenn der Strumpf hinweggenommen wird, ſo hat die Platte weniger als ihren natürlichen Theil von der elektriſchen Flüſſigkeit, und es läßt ſich daher ein Funken, entweder vermittelſt des Fingers oder des Draths einer andern Phiole, gar leicht erregen.

Cigna macht zwiſchen der elektriſchen Flüſſigkeit, welche den erſchütternden Schlag hervorbringt, und derjenigen, von welcher einige andere Erſcheinungen überzogenen Glaſes abhangen, einen beträchtlichen Unterſchied. Von jener, deren Quantität am größten iſt, glaubt er, daß ſie ſich entweder in dem Ueberzuge ſelbſt, oder auf der Oberfläche des Glaſes befinde, da hingegen die andere, ſeiner Meynung nach, ſich in die Zwiſchenräume des Glaſes hineinbegeben, und auf deſſen Subſtanz ſelbſt gewirkt hat.

Er legte zwey wohl getrocknete Glastafeln über einander, als wenn ſie nur aus einem Stücke beſtanden hätten. Die untere war auswendig belegt. Nachdem er dieſelben iſolirt hatte, rieb er wechſelsweiſe die obere Tafel mit der einen Hand, und erregte mit der andern aus dem Ueberzuge der untern einen Funken, ſo lange bis ſie geladen waren, da alsdann der Ueberzug und beyde Tafeln feſt an einander hiengen. Als er hierauf die andere Seite belegte, und eine Verbindung zwiſchen dieſer Belegung und der andern veranſtaltete, erfolgte die gewöhnliche Explosion. Ungeachtet aber die Tafeln auf ſolche Art entladen waren,

hien-

hiengen ſie doch noch zuſammen; und ob ſie gleich, ſo lange ſie ſich in dieſem Zuſtande befanden, weiter kein anderes Zeichen von Elektricität äußerten, ſo fand ſich doch, als ſie von einander geſondert wurden, daß jede eine Elektricität an ſich hatte, welche von der Elektricität der andern das Gegentheil war.

Wenn die beyden Tafeln vor ihrer Entladung von einander genommen wurden, und die Belegung an jeder berührt ward; ſo kam aus jeder ein Funken zum Vorſchein; und wenn ſie auf einander gelegt wurden, hiengen ſie wieder, wie vorher, zuſammen, waren aber zur Hervorbringung eines Schlags unfähig geworden.

Er vergleicht daher diejenige Elektricität, welche den erſchütternden Schlag hervorbringt, mit der Elektricität der metallenen Platte bey dem vorigen Verſuche, welche bey Erregung eines Funkens verloren geht, ſo wie die Seide davon zurückgenommen wird, und von derjenigen Elektricität, wodurch die zwey Glastafeln zuſammenhangen, verſchieden iſt. Die eine wird auf einmal, die andere hingegen langſam zerſtreut; die eine befindet ſich, ſeiner Meynung nach, in den Leitern oder auf den Oberflächen elektriſcher Körper, und die andere in der Subſtanz ſelbſt.

Außerdem haben verſchiedene Elektriſirer Verſuche mit der Leydner Flaſche angeſtellt, welche beweiſen, daß die angehäufte Elektricität eine außerordentliche Wirkung auf die Körper äußert. So bemerkt Watſon in einer am 28ten Jun. 1764 der königl. Societät vorgeleſenen Abhandlung, daß die angehäufte Elektricität, welche durch einen feinen Drath ſchnell hindurch geht, eine merkwürdige Wirkung her-

vor-

vorbringe, wie aus Kinnersley's Verſuche erhelle. Dieſer ließ nämlich in Franklin's Gegenwart die elektriſche Materie aus einem Flaſchenfutter mit einem Male durch einen feinen eiſernen Drath hindurchgehen. Der Drath erſchien zuerſt glühend, und zerſchmolz alsdann in Tropfen, welche ſelbſt in die Oberfläche ſeines Tiſches oder Fußbodens hinein brannten. Dieſe Tropfen nahmen beym Kaltwerden eine ſphäriſche Geſtalt an, wie ganz kleiner Schrot, wovon Franklin etwas an Canton überſandte, welcher den Verſuch nachmachte. Dieß beweißt, daß das Schmelzen ganz vollkommen erfolgt ſey, indem geſchmolzenes Eiſen eine ſolche Geſtalt nicht anders, als bey der vollkommenſten Flüſſigkeit, erhalten kann.

In einer derſelben Abhandlung beygefügten Anmerkung bemerkt Canton, daß der Durchmeſſer eines Stücks von Kinnersley's Drathe, welches er von Franklin bekommen, $\frac{1}{182}$ eines Zolls betragen habe; imgleichen, daß ein aus einem Flaſchenfutter von 35 Bouteillen erregter künſtlicher Blitz meſſingenen Drath von $\frac{1}{300}$ eines Zolls gänzlich zerſtöre. In dem Augenblicke, da der Schlag geſchah, fuhr eine Menge Funken, wie vom Stahl und Feuerſteine, auf- und ſeitwärts von demjenigen Orte, wo der Drath lag, welche am hellen Tage in einer Entfernung von ohngefähr 2 oder 3 Zoll ihr Licht verloren. Nach der Exploſion zeigte ſich ſo lang der Drath gegangen war ein Brandmal auf dem Tiſche, und man entdeckte vermittelſt eines Vergrößerungsglaſes nahe an dem Brandmale ganz runde Theilchen von Meſſing; vom Drathe aber war nicht das geringſte zu finden [f]).

Be-

f) Philoſ. Tranſact. Vol. LIV. p. 208.

Beccaria [g]) brachte kleine Stückchen Metall zum Schmelzen, ohne ſie in Glastafeln einzuſchließen oder damit zu bedecken. Er glaubte aber, daß von allen Metallen einerley Farbe auf das Glas abgedruckt würde, und daß dieſer Umſtand eine Spur der Grundtheile ſey, welche bey allen einerley ſind.

Dalibard [h]) bemerkte, daß, wenn eine große Glastafel ſich von ſelbſt entladete, der Glanz an dem Orte der Entladung hinabgieng, und daß das Merkmal, welches ſie zurückließ, gemeiniglich, wie er ſich ausdrückt, wie ein Zickzack hin und her gieng. Mit dem Stücke Glas, womit er dieſe Entladung verrichtete, durchborte er 160 Blätter Papier. Es enthielt 1200 Quadratzoll.

Wilke [i]) ſagt, daß, wenn ein kleines Stück Metall in einer ſeidenen Schnur eines zu dieſer Abſicht dünn gemachten Glasbecher gegen über gehängt werde, bey dem von ſelbſt erfolgenden Entladen durch dieſen Ort hindurch das Stück Metall 5 bis 6 Zoll weit abgeſtoßen werde.

Winkler brachte Bärlappſamen (ſemen lycopodii) in Brand, indem er eine Phiole durch eine Quantität deſſelben hindurch ſich entladen ließ; wie auch Knallgold, das auf ein Stück Pergament gelegt war, welches durch die Exploſion zerriß.

Durch den elektriſchen Schlag war Beccaria [k]) vermögend, Borax und Glas zu ſchmelzen. Die merk-

g) Elettriciſmo artificiale e naturale p. 134. ſq.

h) Hiſtoire abregée de l'électricité p. 84.

i) Anmerkungen über Franklin's Briefe. S. 266.

k) Lettere dell' elettriciſmo. p. 282.

merkwürdigſten ſeiner Verſuche mit dem elektriſchen Erſchütterungsſchlage aber ſind diejenigen, wodurch er Metalle reducirte, welches er dadurch bewerkſtelligte, daß er die Explosion zwiſchen zwey Stücken der metalliſchen Kalke veranſtaltete. Auf dieſe Art reducirte er verſchiedene Metalle, und unter andern auch Zink. Er ſtellte ſogar wirkliches Queckſilber aus Zinnober dar. Bey dergleichen Reduktionen bemerkte er allemal unter den farbigen metalliſchen Flecken ſchwarze Striche, welche, ſeiner Meynung nach, von dem Phlogiſton herrührten, welches von den verglasten Theilen dahin getrieben worden war, wenn der andere Theil den Kalk reducirte.

Noch einen andern Verſuch ſtellte er mit dem elektriſchen Schlage an, indem er denſelben durch Meſſingſtaub, welchen er zwiſchen zwey Tafeln von Siegellack geſtreuet hatte, hindurch fahren ließ. Es war alles zuſammen vollkommen hell und durchſichtig.

Mit dem elektriſchen Schlage machte er auch denjenigen Hauptverſuch, worauf er ſich bey ſeiner Theorie des Gewitters ſo ſehr gründete, und wodurch er erweislich machte, daß die elektriſche Materie bey ihrem Durchgange alle leichte leitende Subſtanzen mit ſich hinwegriſſe, wodurch ſie geſchickt gemacht wird, durch eine Quantität einer widerſtehenden Zwiſchenmaterie hindurch zu bringen, welches ſonſt auf keine andere Weiſe möglich wäre. Er that ein ſchmales Stück Silberblättchen zwiſchen zwey Wachstafeln, und legte es quer über dieſelben, jedoch ſo, daß es nicht ganz bis an eine der Seiten reichte. Als er die Entladung durch dieſes Stückchen Metall hindurch veranſtaltet hatte, indem er einen Drath dem Silber gegen über da, wo es aufhörte, hielt, fand er das

Silber geſchmolzen, und einen Theil deſſelben längs dem Wege, welchen die elektriſche Materie genommen hatte, zwiſchen den Wachstafeln, von dem Silber an bis nach dem Drathe, zerſtreut. Ein Zufall gab ihm Gelegenheit, eine andere Begebenheit von gleicher Art zu beobachten. Als er nämlich einſtmals unvorſichtiger Weiſe die Ladung eines kleinen Glasbechers durch Rauch vom Salpetergeiſt hindurch auffieng, bekam er ein Loch in ſeinen Daumen, wo das Feuer hineingegangen war, welches, ſeiner Meynung nach, bloß durch den Salpeter, welchen das elektriſche Fluidum mit ſich hinweggeführt hatte, verurſacht worden ſeyn konnte.

So gewaltſam auch gemeiniglich die elektriſche Exploſion den menſchlichen Körper rührt, ſo giebt es doch Beyſpiele von Perſonen, welche ganz und gar nichts davon gefühlt haben; insbeſondere 3 oder 4, deren Muſſchenbroek Erwähnung thut, worunter ſich eine junge Weibsperſon befand.

Uebrigens führt Prieſtley in ſeiner Geſchichte der Elektricität einen Verſuch von Canton an, welchen er für ſehr wichtig hält, weil er wahrſcheinlich über die Elektricität des Tourmalins einiges Licht verbreiten könne.

Er ließ ſich einige dünne Glaskugeln von ohngefähr $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer mit 8 oder 9 Zoll langen Stielen oder Röhren verfertigen, machte einige davon inwendig poſitiv und andere negativ elektriſch, nach Art des Ladens der Leydner Flaſche, und verſiegelte dieſelben alsdann hermetiſch. Als er unmittelbar darauf die bloßen Kugeln an ſeinen Elektricitätszeiger brachte, äußerten ſie nicht das geringſte

Merk-

Merkmal von Elektricität; hielt er ſie aber 5 oder 6 Zoll weit vom Feuer, ſo wurden ſie in gar kurzer Zeit ſtark elektriſch, und noch mehr, als ſie kalt geworden waren. So oft dieſe Kugeln erhitzt wurden, theilten ſie entweder das elektriſche Fluidum andern Körpern mit, oder nahmen es von denſelben an, nach Beſchaffenheit des mehrern oder wenigern Zuſtandes innerhalb derſelben. Wurden ſie oft heiß gemacht, ſo ward ihre Kraft merklich vermindert; eine aber, die eine Woche lang im Waſſer gelegen hatte, ſchien dadurch nicht im mindeſten geſchwächt worden zu ſeyn. Diejenige, welche er unter Waſſer gehalten hatte, war am 22. Sept. 1760 geladen, und verſchiedene Mal heiß gemacht worden, ehe ſie in's Waſſer gekommen war, auch war ſie nachher ſehr oft erhitzt worden, und dennoch hatte ſie am 31. Octob., als er einen Bericht davon an Franklin überſandte, ihre Kraft noch in einem beträchtlichen Grade behalten. Da es ſich von ohngefähr zutrug, daß zwey ſeiner Kugeln zerbrachen, ſo erhielt er dadurch Gelegenheit, ihre Dicke zu meſſen, und fand, daß dieſelbe 7 bis 8 Tauſendtheil eines Zolls betrug.

Auch fand Lullin, daß eine geladene und hermetiſch verſiegelte Glasröhre, wenn ſie heiß gemacht worden war, Merkmale von Elektricität äußerte.

Nach Beccaria ſtellte vorzüglich Wilke[1]) verſchiedene Verſuche und Unterſuchungen an, wie die elektriſche Ladung und der Schlag durch mehr Körper, als Glas und Porzellan, erhalten werden können. Da

1) Abhandlung. der Schwed. Akad. der Wiſſenſch. B. XX. S. 241. d. d. Ueberſ.

Da er hiebey auf die Umſtände genauer als Beccaria Acht gab, ſo verdient das weſentlichſte davon angeführt zu werden. Bey allen ſeinen Verſuchen, welche Wilke zu dieſer Abſicht angeſtellt hat, ward er überzeugt, daß alle Körper, welche durch Reiben eine urſprüngliche Elektricität erhalten können, eben ſo dienlich ſind, die Ladung anzunehmen und den Schlag zu geben, als Glas.

Auf ſeine Verſuche wurde er, wie er anführt, durch folgende Schlüſſe geleitet: wenn ſich andere Körper eben ſo, wie das Glas, laden und entladen laſſen ſollten, ſo hielt er es für nothwendig, die Körper, bey welchen dieſes unterſucht werden ſollte, vollkommen in die Umſtände zu verſetzen, worin ſich das Glas befindet, wenn es dieſe bewundernswürdigen und heftigen Wirkungen zeigt. Die Urſache, warum dergleichen Verſuche Andern nicht haben glücken wollen, ſcheint nach ihm die geweſen zu ſeyn, daß die von ihnen gebrauchten Gefäße zu dick oder zu klein geweſen ſind, eine zulängliche Ladung anzunehmen, die ſich durch einen deutlichen Schlag entdeckte. Die Schwierigkeit, ſolche Gefäße nach Gefallen zu verfertigen, veranlaßte ihn zuerſt, auf einen neuen Ausweg zu denken. Es iſt nämlich bekannt, daß die Geſtalt des Glaſes ſelbſt nicht das geringſte zur Ladung des Glaſes beyträgt, ſondern daß eine glatte gläſerne Tafel hiebey eben die Dienſte thut, wie Flaſchen und hohle gläſerne Gefäße, welche mit Waſſer, Feilſpänen und Schrot gefüllt ſind. Daher bediente er ſich dieſer Geſtalt, als der bequemſten, indem er ſehr leicht dergleichen Tafeln von andern Materien zurichten konnte, welche ſich nachher eben ſo gut wie Glas laden laſſen, wenn man ihnen die gewöhnlichen Belegungen giebt,

und

und nachher die Elektricität der einen Seite mittheilt, und ſie von der andern ableitet.

Um nun hiebey aufs ſicherſte zu verfahren, ſo ſuchte er zuförderſt alle Umſtände genau zu erwägen, welche einige Aenderung bey der Ladung des Glaſes, beſonders in Abſicht auf die Stärke des Stoßes ſelbſt, machen könnten. Denn eben hieraus glaubte er nachher etwas gewiſſes bey den andern Körpern wegen des glücklichen oder unglücklichen Ausgangs jedes Verſuchs muthmaßen zu können.

Aus einer Menge von Verſuchen, welche er in dieſer Abſicht mit dem Glaſe anſtellte, und mit andern verglich, ſind von ihm einige allgemeine Regeln zuſammengezogen worden, welche er für zuverläſſig hielt, weil ſie ihm die größten Dienſte bey ſeinen Verſuchen geleiſtet haben, und das einzige waren, was ihm darin den Weg zeigte. Aus Mangel vollkommener Elektrometer beurtheilte er die Verſtärkung der elektriſchen Ladung mit Glas aus der Heftigkeit und Wirkung des Waſſers auf ſeinen eigenen Körper; aus dem ſtärkern oder ſchwächern Klange des Schlags und der Stärke der dabey entſtandenen Funken, aus der Menge der Funken und Schwingungen, welche eine metallene Kugel, die an einem langen ſeidenen Faden hieng, zwiſchen den beyden Leitern des geladenen Glaſes, dem poſitiven und negativen, machte, aus der Wirkung des Schlages und des Stoßes auf andere Körper, als ihrer Entzündung, Durchborung, Schmelzung. Er fand, daß ſich die Stärke der Ladung nach folgenden Hauptumſtänden richtet: 1. die Dicke des Glaſes, 2. deſſelben Weite oder Größe, 3. die Stärke der Elektriſirkugel, und 4. die Beſchaffenheit des Leiters.

 Die

Die Dicke des Glaſes thut ſo viel zur Sache, daß ſie den Verſuch ganz hindern kann. Gläſer, welche dicker als 2 Linien waren, ließen ſich nur wenig laden; ein dünneres Glas aber nahm eine anſehnliche Ladung an. Eine kleine Glaskugel, welche $\frac{1}{10}$ einer Linie dick war, gab einen zulänglichen Stoß: überhaupt ließ ſich als eine allgemeine Regel annehmen, daß dünnere Gläſer ſtärker geladen werden, und lebhaftere Stöße geben, als dicke.

Die Weite oder Größe des Glaſes trug ſehr viel zur ſtärkeren und ſchwächeren Ladung bey. Je größer, ſagt er, das Ladungsglas iſt, deſto ſtärkere Ladung und Stoß läßt ſich dadurch erhalten. Eine kleine Flaſche nimmt eine Ladung ein, die Menſchen und Thiere ſehr wohl ohne Schaden aushalten können, aber die Ladung eines großen Recipienten, der 15 bis 20 Stop hält, wird Menſchen und Thieren gefährlich, ſchmelzt Metalle, und durchbort Metallblätter, Papier, Leder, u. ſ. f.

Die Stärke der Elektriſirkugel iſt, wie er bemerkt, der Grad der urſprünglichen oder mitgetheilten Elektricität, welche eine ſolche Kugel in andern Körpern erregt, die als Leiter an ſie gebracht werden. Alſo beurtheilt man dieſe Stärke der Elektriſirkugel nur nach ihren Wirkungen in den erwähnten Leitern. Da die meiſten Elektriſirer dieſen Umſtand, welcher bey allen elektriſchen Verſuchen, und gleichfalls bey Ausmeſſung der Grade der Elektricität ſehr wichtig iſt, vernachläſſigen, ſo bemühte ſich Wilke, etwas Zuverläſſiges hiebey auszumachen. Der Verſuch zeigte, daß ſich ein großes Glas vermittelſt einer kleinen und ſchwachen Kugel nie ſo ſtark laden läßt, als vermittelſt einer größern und ſtärkern. Dagegen läßt ſich ein

ein kleines Glas oft mit der ſtärkſten Kugel nicht ſtärker laden, als mit einer ſchwächern. Große Gläſer werden insgemein von ſchwachen Kugeln gleich ſtark geladen, und kleine Gläſer werden ebenfalls von den ſtärkſten Kugeln allemal nur bis auf eine gewiſſe und immer gleiche Stärke geladen. Oft zerſpringt das Glas, und die Elektricität drängt ſich quer durch das Glas und ſchlägt Löcher hinein. Dieſes ereignet ſich nie mit ſchwachen Kugeln und etwas großen Ladungsgläſern, ſondern gemeiniglich, wenn die Kugeln ſtark, und das Glas groß und dünn iſt. Dieſe Sätze ſcheinen zum Theil einander zu widerſprechen, allein Wilke glaubt demungeachtet, daß ſie ſich mit einander vereinigen laſſen, wenn man ſich dieſe Wirkungen alſo vorſtellt: weil alle Verſuche darin übereinſtimmen, daß ein gegebenes Glas allemal eine beſtimmte Ladung aus einer und derſelben Kugel annimmt, ſo ſetzt er voraus, dieſer Grad ſey der größte, welcher ſich bey dieſem Glaſe erhalten läßt, und zugleich ſoll die Ladung, die es bekommen hat, die größte ſeyn, welche dieſe Kugel geben kann. Wenn alſo das Glas in zwey gleich große Theile getheilt wird, die man auf ſolche Art als zwey kleine Gläſer anſehen kann; ſo würde die Kugel im Stande ſeyn, beyde Gläſer auf einmal und auf eben den Grad zu laden, auf den ſich zuvor das ganze Glas ladete. Würden nun dieſe Theile von einander genommen, und jeder für ſich geladen, ſo könnte die Kugel auch einen dieſer Theile laden. Allein die Erfahrung zeigt, daß die Ladung eines Theils allein nicht auf denſelben Grad ſteigt, als wenn das ganze Glas oder beyde Theile zuſammen geladen werden, ſondern die Wirkung dieſer Ladung wird ohngefähr die Hälfte ſo ſtark, als der andern. Da nun die Kugel an ſich ſtark genug war, beyde Theile

des Glaſes auf einmal zu laden, ſo erhellet hieraus, daß bey der Ladung des einen Theils allein ein Theil von der Stärke der Kugel ungebraucht bleibt, und alſo hiebey überflüſſig iſt; daß aber die ganze Stärke der Kugel angewandt wird, wenn beyde Theile zuſammen auf einmal geladen werden. Hieraus zieht Wilke dieſe allgemeine Regel: mehr Gläſer thun ſtärkere Wirkung, als ein einziges, wenn die Kugel, mit der ſie geladen werden, ſo ſtark iſt, daß dieſe Gläſer, wenn ſie zuſammen geladen werden, eben die Ladung bekommen, die jedes von ihnen empfängt, wenn es allein geladen wird. Ferner folgert er daraus noch die andere allgemeine Regel: mehr Gläſer tragen nichts zur ſtärkern Ladung bey, wenn die Kugel ſie nicht alle zuſammen in demjenigen Grade ladet, den jedes dieſer Gläſer allein geladen empfängt.

Die Beſchaffenheit des Leiters trägt bisweilen viel zu ſtärkern oder ſchwächern Ladungen und Schlägen bey; dieſe Körper dienen nämlich, die elektriſche Materie der einen Seite zuzuführen und ſie von der andern wegzuführen, und nachher bey dem Ablöſen des Glaſes, ſie von der poſitiven Seite des Glaſes hinüber nach der negativen zu führen. Hiezu wird bloß erfordert, daß ſich die Materie leicht fortbewegt; und folglich dient auch ein Körper deſto beſſer zum Leiter, je geſchickter er zu einer ſolchen Fortpflanzung iſt, und je weniger er die aufgefangene elektriſche Materie von ſich läßt. Dieſes letzten Umſtandes wegen muß ein Leiter keine ſcharfen Ecken oder Spitzen beſitzen, ſondern allenthalben abgerundet ſeyn.

Da der Erfahrung zu Folge kein Glas geladen werden kann, wenn ſich der geringſte Riß in den Theilen des Glaſes zwiſchen den Belegungen findet, ſo glaubte

glaubte Wilke den Grund hievon darin zu ſuchen, daß die elektriſche Materie alsdann nicht nöthig habe, bey der Ladung in die Subſtanz des Glaſes ſelbſt zu dringen, ſondern in kleinen Funken allemal von einer Seite zur andern hinüber ſchlagen und ſich ſolchergeſtalt einen Zuſammenhang zwiſchen beyden Belegungen verſchaffen kann. Dieſes nämliche iſt auch bey den übrigen Körpern zu merken. Denn bey den meiſten unter ihnen finde man große Schwierigkeiten, ſolche kleine und oft unſichtbare Wege für die elektriſche Materie zu vermeiden. Indeſſen zeigen ſie ſich gleich durch die kleinen kniſternden Funken, welche man zwiſchen den Belegungen ſchlagen hört.

Hieraus erklärt Wilke auch ein anderes Hinderniß, welches der Einnehmung der Ladung und Zurückhaltung in dieſen Tafeln und Körpern entgegen ſteht. Wenn die Materie der Tafel ungleichartige Theile hat, von welchen einige die Elektricität fortpflanzen, andere aber ſolches nicht thun, z. B. wenn eine Maſſe aus Schwefel und Feilſpänen vermengt iſt, ſo hindern dieſe ableitenden Theile die Ladung faſt auf dieſelbe Art, wie ein wirklicher Riß, weil ſich die elektriſche Materie nach und nach durch dieſe fortführenden Theile hinzieht, und ſolchergeſtalt einen geraden Weg findet, von einer Belegung in die andere mitten durch die Tafel, welche geladen werden ſollte, zu gehen.

Ueberdieß glaubte er nöthig zu haben, zu unterſuchen 1. ob die Politur des Glaſes und deſſen glatte Oberfläche etwas zur Sache thue? 2. ob man eine Ladung mit zermalmten Glaſe erhalten könne?

Er ſchliff daher die glänzende Oberfläche von einer Glastafel ab, und fand, daß ſie ſich demungeach-

tet laden ließ und Schläge gab, wenn mit ihr auf die gewöhnliche Art verfahren ward. Eben das ereignete ſich, wenn man die matt geſchliffene Tafel von neuem polirte. Gleichwohl fand ſich, daß die Tafel bey dieſen beyden letzten Umſtänden nicht ſo ſtarke Wirkung that, als wenn ſie roh und ungeſchliffen war, ſo wie ſie aus der Glashütte kommt. Die Urſache hievon glaubt er darin zu finden, daß ſich die elektriſche Kraft hiebey auf beyden Flächen der Tafel und durch ihre Subſtanz ſtärker fortpflanzt. Denn eine matt geſchliffene gläſerne Röhre pflanzt ſtärker fort, als eine polirte; und die Oberfläche des Glaſes iſt allezeit härter und dichter, als ſeine innern Theile, welche deßwegen die elektriſche Materie leichter durch ſich laſſen werden, als die harte Schale. Wilke bemerkt hiebey noch, daß zwar Canton gefunden habe, daß ein matt geſchliffenes Glas durch Reiben eine negative Elektricität bekomme, obgleich dieſelbe zuvor, da es polirt war, poſitiv war; allein der Unterſchied finde ſich bey der Ladung eines ſolchen Glaſes nicht, ſondern die matt geſchliffene Glastafel verhalte ſich dabey auf eben die Art, wie eine polirte Glastafel, welche auf der einen Seite poſitiv, auf der andern negativ werde.

Ferner ſtreuete er auf ein ſtarkes, glattes, und mit Spiegelfolie überzogenes Bret eine Schicht zerſtoßenes Glas, das ſo fein als Pulver, und wohl ausgetrocknet, auch von allen Unreinigkeiten und fremden Theilen geſäubert war. Dieſe Glasſchicht, welche überall gleich dick ſeyn muß, läßt ſich ohngefähr 3 Fuß breit, 4 Fuß lang, und 1 Zoll dick machen. Mitten auf ſie wird eine glatte und mit Spiegelfolie überzogene hölzerne Tafel gelegt, die

die an allen Seiten einige Zoll kleiner iſt, als die Glasſchicht ſelbſt. Dieſe Vorrichtung ließ ſich eben ſo gut, nur nicht ſo ſtark, wie eine kleinere gläſerne Tafel laden. Aus dieſem Verſuche folgert Wilke, daß der innere Bau des Glaſes keinesweges die einzige Urſache der Ladung und des Stoßes ſey. Da aber der Verſuch doch zeige, daß eine dichte gläſerne Tafel ſtärkere Wirkung thue, als das zerſtoßene Glas, ſo laſſe ſich, wie es ſcheint, daraus ſchließen, daß die Zuſammenſetzung des Glaſes ebenfalls etwas dazu beytragen müſſe. Nach Wilke's Meynung muß die elektriſche Materie in einem Körper, der geladen werden ſoll, einen gewiſſen beſtimmten Widerſtand finden, aber nicht einen unbedingten, der ihr allen Durchgang verſagt. Auf welche Art aber die elektriſche Materie einen ſolchen Widerſtand in dieſen Körpern finde, und auf welche Art ihr Durchgang befördert oder gehindert werde, das laſſe ſich ſo leicht nicht einſehen; indeſſen ſcheine es, als wenn ſich hiebey zwey Urſachen angeben ließen, die einen leichtern oder einen ſchwerern Durchgang veranlaſſen könnten. Die eine ſey die Beſchaffenheit der Zwiſchenräume, und die andere das Anziehen, das zwiſchen den Theilchen der Körper und der elektriſchen Materie ſtatt finden müſſe. Wären nämlich die Zwiſchenräume enge, ſo werde ein dünner, wären ſie aber weiter, ein dicker Körper erfordert, wenn allezeit der durchdringenden Materie ein beſtimmter und gleich großer Widerſtand im Wege ſeyn ſolle. So mußte die Glasſchicht ohngefähr 1 Zoll dick ſeyn, ehe ſie die Funken zwiſchen den Belegungen abhalten konnte, dagegen die Glasſcheibe von 1 Linie Dicke in den meiſten Umſtänden zulänglich befunden werde. Je dichter alſo der Körper ſey, der ſich zwiſchen beyden Belegungen finde,

de, deſto dünner dürfe er ſeyn, den Durchgang der elektriſchen Materie in einem ſolchen Grade aufzuhalten, der zur Ladung erfordert werde. Und nur auf dieſe Art ſcheine die Zuſammenfügung und der innere Bau der Körper etwas bey der Ladung zu thun.

Hiernächſt ſtellte Wilke dieſen nämlichen Verſuch mit zerſtoßenem Schwefel an. Bey beyden Verſuchen, nämlich den mit zerſtoßenem Glaſe und den mit zerſtoßenem Schwefel, ließ ſich eine merkwürdige Beobachtung, die entgegengeſetzten Elektricitäten in einem geladenen Körper betreffend, anſtellen. Wenn nämlich die belegte Tafel behutſam mit einem ſeidenen Faden erhoben wurde, nachdem die Glas- oder Schwefelſchicht geladen ward, und wenn nachher mit einem kleinen Spaten, der an eine kleine Glasröhre befeſtigt iſt, ein kleiner Haufen von dem zerſtoßenen Schwefel oder Glaſe weggenommen und auf die gewöhnliche Art unterſucht wurde, ſo fand er, daß die obern und untern am Boden liegenden Theile dieſer Schicht entgegengeſetzte Elektricitäten beſaßen. Dieß ſtimmt mit dem bekannten Verſuche mit einer geladenen gläſernen Flaſche völlig überein.

Wilke bemerkt, daß dieſe Elektricität, welche dieſen Körpern mitgetheilt worden ſey, genau von der urſprünglichen Elektricität unterſchieden werden müſſe, die im Spaten hiebey nur durch das Reiben erregt werde, indem man die Materie herausnehme. Dieſe Elektricität ſey zuweilen derjenigen entgegengeſetzt, welche die Theile des geladenen Körpers erhalten hätten. Man könne dieſen Fehler vermeiden, wenn man die Glastheile mit einem kleinen Spaten von Glas, und die Schwefeltheile mit einem kleinen Spaten von Schwefel herausnehme, denn da werde durch das

Reiben dieſer Körper, die alle von einer Art ſind, keine Elektricität erweckt.

Dieſer Verſuch laſſe ſich leichter und deutlicher anſtellen, wenn man gleich nach der Ladung das belegte Bret ſelbſt auf gläſerne Füße ſetze, oder an ſeidene Schnüre hange. Denn da zeige ſich dieſe entgegengeſetzte Elektricität ganz deutlich in beyden Belegungen.

Auf eben dieſe Art war Wilke im Stande, dichte Schwefeltafeln, Lack- Pech- und Wachstafeln, Papier-, Oel- und Lufttafeln zu laden, und elektriſche Schläge herauszuziehen.

Aus dieſen Verſuchen zieht Wilke folgende Schlüſſe:

1. Nicht Glas und Porzellan allein, ſondern außer den erwähnten Körpern alle übrige für ſich elektriſche, und ſolchergeſtalt faſt alle Körper, laſſen ſich laden, und geben den elektriſchen Stoß.

2. Weil alle Körper, welche den elektriſchen Schlag annehmen und zum Beweiſe deſſelben Stöße geben, entgegengeſetzte Elektricitäten haben, ſo hielt er dieſe entgegengeſetzten Elektricitäten für ein hauptſächliches Stück bey der Ladung, ohne welche ſie nicht zu erhalten iſt.

3. Hieraus folge weiter der ziemlich ſonderbare Satz, daß auch die flüſſigen Körper, z. B. Oel und Luft, dieſe entgegengeſetzten Elektricitäten in ihren beſondern Theilen haben müſſen, ſo lange ſie im Ladungszuſtande ſind, eben ſo wie die vorerwähnten Schichten von Glas und Schwefel.

4. Wie

4. Wie nun dieſe und alle übrige Begebenheiten, welche ſich bey der Ladung des Glaſes zeigen, auch bey allen Körpern zum Vorſchein kommen, welche zum Theil für die elektriſche Materie ziemlich durchdringlich ſind, ſo kann man auch daraus nicht beweiſen, daß das Glas völlig für ſie undurchdringlich ſey, wie Franklin habe thun wollen.

5. Indeſſen zeigten die Verſuche ſelbſt, daß ſich in dieſen Körpern etwas befinden müſſe, was den freyen Durchgang dieſer Materie aufhalte und hindere. Denn weil entgegengeſetzte Elektricitäten einander allemal zerſtören und aufheben, ſo könnten ſie unmöglich lange in einem Körper dauren, wenn ſich in ihm eine freye Communication zwiſchen allen ſeinen Theilen, und beſonders den äußern Flächen befinde.

6. Dieſes Hinderniß könne nicht etwas Unbedingtes ſeyn, weil wir fänden, daß die Funken oft quer durch dieſe Körper ſchlagen, ſondern es müſſe etwas ſeyn, das bald im größern, bald im geringern Grade vorhanden ſeyn könne, weil von den Körpern, die wirklich einen Schlag gäben, und alſo geladen würden, einige dieſen Zuſtand länger behielten, als andere. Dabey finde man außerdem, daß diejenigen Körper, welche die Ladung am längſten zurückhielten, auch in eben dem Maaße eine ſtärkere Ladung annähmen. Dieſes laſſe ſich auf keine andere Art erklären, als durch eine leichtere oder ſchwerere Communication zwiſchen beyden äußern Flächen, welche ſich ſehr nach der Dichtigkeit der Körper richte. Bey den flüſſigen Körpern, in welchen die Theile die entgegengeſetzten Elektricitäten beſäßen, und folglich einander anziehen und bald mit einander vermiſcht wer-

werden können, verſchwinde die Ladung eben deßwegen am ſchnellſten.

7. Als etwas ſonderbares müſſe hiebey erinnert werden, daß diejenigen Körper, welche die Ladung am längſten zurückhielten, ſie auch am langſamſten annähmen, welche ſie aber ſchnell verlören, ſie auch eben ſo ſchnell bekämen.

Verſchiedene merkwürdige Beobachtungen, welche das elektriſche Licht betreffen, ſind von verſchiedenen Elektriſirern in dieſem Zeitraume gemacht worden, welche angeführt zu werden verdienen.

Man hatte zwar ſchon ſehr frühzeitig verſchiedene Bemerkungen über das elektriſche Licht im luftleeren Raume gemacht, allein man hatte noch nicht die gehörige Aufmerkſamkeit darauf gerichtet, weil man damals die Natur der Elektricität noch zu wenig kannte. Nach der wichtigen Entdeckung der Anhäufung von Elektricität in der Leydner Flaſche richtete Herr Watſon [m]) ſeine Aufmerkſamkeit auf dieſen Gegenſtand, und entdeckte bey dieſer Gelegenheit, daß unſere Atmoſphäre, wenn ſie trocken iſt, die wirkende Urſache ſey, daß wir mit Beyhülfe anderer an ſich elektriſcher Körper die Elektricität in Ladung unelektriſcher Körper anhäufen, d. h. denſelben eine größere Quantität von Elektricität mittheilen können, als dergleichen Körper von Natur beſitzen; und daß, wenn man die Luft wegnimmt, das elektriſche Fluidum den luftleeren Raum auf eine beträchtliche Weite durchdringe, und ſeine Wirkungen auf unelektriſche Subſtanzen, welche den luftleeren Raum begrenzen, äußere.

Er

m) Philoſ. Tranſ. Vol. XLVIII. p. 367.

Watſon machte dieß durch einen ſehr ſchönen Verſuch erweislich. Er machte einen gläſernen Cylinder luftleer, welcher 3 Fuß lang war und 3 Zoll im Diameter hatte, mit einem gewiſſen Kunſtgriffe eine meſſingene Platte, ſo weit als es ihm beliebte, in denſelben hinunter zu laſſen, um ſie einer andern an dem Boden des Gefäßes befeſtigten Platte nahe zu bringen. Dieſen alſo zubereiteten Cylinder legte er auf einen elektriſchen Körper, und bemerkte, daß, wenn die obere Platte elektriſirt war, die elektriſche Materie von einer Platte zur andern in der größten Entfernung, zu welcher die meſſingenen Platten gebracht werden konnten, fuhr, und daß die Platte an dem Boden des Cylinders ſtark elektriſirt war, als ob ein Drath dieſelbe mit dem erſten Leiter verbunden hätte. Er verſichert, daß es ſehr ſchön ausgeſehen habe, wenn das Zimmer verfinſtert war, wie die elektriſche Materie durch den luftleeren Raum gieng, und nicht wie in der freyen Luft kleine Büſche oder Pinſel feuriger Strahlen 1 oder 2 Zoll lang, ſondern ein Schießen der ganzen Länge nach und von einer leichten Silberfarbe wahrzunehmen war. Dieſe glänzenden Strahlen fuhren nicht ſofort aus einander, wie in der freyen Luft, ſondern zertheilten ſich oftmals von einer dem Anſcheine nach breiten Grundfläche in kleinere und kleinere Zweige, und ſahen den lebhaften feurigen Strahlen eines Nordſcheins ſehr ähnlich.

Bisweilen bemerkte er, daß, wenn die Luft auf die vollkommenſte Art aus dem Cylinder herausgebracht war, das elektriſche Fluidum zwiſchen den meſſingenen Platten in einem beſtändigen Strome von gleicher Breite ſeiner ganzen Länge nach hin fuhr; welches,

ches, ſeiner Meynung nach, zu einem Beweiſe diente, daß der Grund des wechſelſeitigen Zurückſtoßens der Elektricität, das man in freyer Luft wahrnimmt, mehr in dem Widerſtande der Luft, als in einer gewiſſen natürlichen Neigung der Elektricität ſelbſt liege. Denn in der freyen Luft bemerkt man, daß die leuchtenden Büſche bey ſtarker Elektricität ſo auseinder fahren, daß ſie faſt eine ſphäriſche Geſtalt annehmen.

Dieſen luftleeren Raum machte Watſon zu einem Theile einer Verbindung, durch welche er eine Phiole entladete; in dem Augenblicke der Exploſion nahm er eine Maſſe ſehr hellen zuſammengemiſchten Feuers wahr, welches von der einen meſſingenen Platte der Röhre nach der andern hinüber fuhr. Dieß fand aber alsdann, wenn die eine Platte weiter als 10 Zoll von der andern entfernt war, nicht ſtatt. War die Entfernung größer, ſo fieng das Feuer an, aus einander zu fahren, und verlor einen Theil ſeiner Kraft; und dieſe Kraft verminderte ſich nach dem Verhältniſſe ſeines Auseinanderfahrens, welches beynahe wie die Entfernung beyder Platten war.

Um einen noch vollkommneren luftleeren Raum für den Durchgang der elektriſchen Flüſſigkeit zu erhalten, benutzte er eine Erfindung des Lord Carl Cavendiſh, welcher mittelſt einer mit Queckſilber angefüllten langen gebogenen und umgekehrten Glasröhre den ganzen gebogenen Theil derſelben zum vollkommenſten luftleeren Raum machte. Dieſen Raum iſolirte Watſon. Als nun der einen Kapſel des Barometers die Elektricität von der Maſchine zugeleitet wurde, ſo erfüllte, wenn ein unelektriſcher Körper die andere Kapſel berührte, das elektriſche Feuer die

ganze 30 Zoll lange Torricelliſche Röhre, und gieng in die andere Queckſilberſäule hinüber, ſo daß man im dunkeln Zimmer, ſo lange als die Maſchine in Bewegung war, einen ununterbrochenen Bogen von ſchießenden Flammen, und zwar, ſo weit als man ihn mit dem Auge verfolgen konnte, ohne das geringſte Auseinanderfahren ſah.

Als er die eine Kapſel mit der Maſchine in Verbindung brachte, welche iſolirt war, ſo fuhr das elektriſche Feuer in einer entgegengeſetzten Richtung durch den luftleeren Raum. Dieſe Erſcheinung betrachtete er als den Kreuzverſuch, oder als eine Folge aus den beyden vorher zum Grunde gelegten Sätzen; nämlich, daß die Elektricität dem Leiter nicht durch den elektriſch gemachten Körper, ſondern von den unelektriſchen Körpern, welche das Reibzeug berühren, mitgetheilt werde; und daß wir im Stande ſind, entweder von derjenigen Quantität der elektriſchen Materie, welche die Körper von Natur enthalten, etwas abzunehmen oder zu derſelben hinzuzuthun.

Auch bemerkte er, daß, wenn unter vorerwähnten Umſtänden die Hand einer auf dem Fußboden ſtehenden Perſon der Seite des Glaſes nahe gebracht ward, die Strahlen von ſelbſt unter mancherley Geſtalten eben dahin fuhren, welches ſehr artig ausſah.

Jedoch fand Watſon, daß auch dieſer luftleere Raum nicht ſo vollkommen, wie Metall oder Waſſer, die Elektricität leitete, weil jemand, der auf dem Fußboden ſtand und ſeinen Finger an die obere meſſingene Platte hielt, einen ſchmerzhaften Schlag bekam. Dieß rührte, ſeiner Meynung nach, daher, daß die Elektricität des Meſſings um ſo viel

ver-

verdünnter war, als die Elektricität derjenigen Perſon, welche ihren Finger daran hielt.

Wilſon gab Smeaton Veranlaſſung, einige Verſuche im luftleeren Raume der von ihm erfundenen Luftpumpe anzuſtellen. Seine Bemerkungen, welche er Herrn Wilſon meldete, ſind folgende [n]).

Ein gläſernes Gefäß, welches ungefähr 1 Fuß lang war und 8 Zoll in ſeinem größten Durchmeſſer hatte, und an beyden Enden offen war, war an dem einen Ende mit einem meſſingenen Ringe verſchloſſen, welcher einen von den Mittelpunkten ausmachte, worauf es ſich umdrehete; das andere Ende war mit einer Metallplatte verſchloſſen. In der Mitte dieſer Platte befand ſich ein viereckter Stiel, welcher in einen Drehbaum geſteckt ward, wodurch das Glas eine Umdrehung erhalten konnte. An der einen Seite der letzten Platte war ein Loch, worin ſich ein Kork befand, vermittelſt deſſen das Glas auf die Luftpumpe aufgeſchraubt ward.

Als die Luft in dem Glaſe ohngefähr 500 mal verdünnt und nachher das Glas an dem Drehbaum herumgedreht wurde, während daſſelbe zugleich mit ſeiner Hand gerieben ward, kam eine beträchtliche Quantität ſchweifender Flamme, worin ſich alle Regenbogenfarben zeigten, zum Vorſchein. Dieſes Licht war in jeder Abſicht ziemlich beſtändig, außer daß jeder Theil deſſelben immerfort eine andere Farbe annahm.

Wenn etwas Luft in das Glas hineingelaſſen ward, ſo erſchien das Licht weit lebhafter, und in grö-

n) *Wilſon's* eſſay. p. 216.

größerer Menge; jedoch war es nicht ſo anhaltend, denn es brach zum öftern in eine Art von Glanz, gleich dem Blitze, aus, und flog in dem Glaſe hin und her. Ward etwas mehr Luft hinein gelaſſen, ſo war das Leuchten unaufhörlich, und es ſchienen Ströme eines bläulichen Lichts unter ſeiner Hand innerhalb dem Glaſe unter tauſenderley Geſtalten mit ſehr großer Geſchwindigkeit heraus zu fahren, die wie ein Waſſerfall von Feuer ausſahen. Bisweilen ſchien es in Geſtalt von Bäumen, Moos u. ſ. f. auszuſchlagen.

Ward noch mehr Luft hinein gelaſſen, ſo verminderte ſich die Menge des Lichts, und die Ströme, welche die Lichtflammen ausmachten, wurden ſchmäler. Das Glas erforderte nunmehr eine größere Geſchwindigkeit beym Umdrehen, und ein ſtärkeres Reiben. Dieſe Umſtände nahmen zu, je mehr Luft hinein gelaſſen ward, ſo daß alsdann, wenn das Glas $\frac{1}{3}$ voll Luft war, das Glänzen ganz und gar verſchwand, und eine weit geringere Menge Licht theils innerhalb theils außerhalb dem Glaſe zu ſehen war. Und wenn endlich alle Luft wieder hineingelaſſen war, ſo erſchien das Licht gänzlich außerhalb dem Glaſe, und in weit geringerer Menge, als wenn das Glas zum Theil luftleer war.

Als Canton o) Watſon's Verſuch mit der Torricelliſchen Röhre wiederholte, bemerkte er einen gewiſſen Umſtand dabey, welcher über die Leydner Flaſche ein helles Licht verbreitet. Er beobachtete nämlich, daß, wenn die durch Reiben elektriſch gemachte Röhre der einen Kapſel dieſer iſolirten Maſchine nahe gebracht ward, über die Hälfte des luftleeren Raums leuch-

o) Philoſ. Tranſ. Vol. XLVIII. P. I. p. 356.

leuchtete; welches Licht aber bald wieder verſchwand, wenn die Röhre nicht näher gebracht ward, hingegen alsdann wieder zum Vorſchein kam, wenn dieſelbe weiter zurückgezogen ward; und daß ſich dieſe Erſcheinung verſchiedene mal wiederholen ließ, ohne daß die Röhre durch neues Reiben elektriſch gemacht zu werden brauchte.

Dieſen Verſuch betrachtete er als einen offenbaren Beweis der Richtigkeit der Franklin'ſchen Lehrmeynung, daß, wenn die Elektricität auf der einen Seite des Glaſes verdichtet werde, ſie von der andern, wofern ſie keinen Widerſtand antrifft, zurückgeſtoßen würde. Daher nahm er an, daß bey Annäherung der elektriſch gemachten Röhre das elektriſche Fluidum von der den luftleeren Raum umgebenden inwendigen Seite des Glaſes zurückgeſtoßen, und durch die Queckſilberſäule hindurch weggeführt würde, bey Zurückziehung der Röhre aber wieder zurückkehrte.

Dieſen Verſuch zeigte und erklärte Canton dem Herrn Wilſon, welcher denſelben nachher weitläuftiger ausführte in einem von ihm und Herrn Hoadly gemeinſchaftlich unter dem Titel: Obſervations on a ſeries of electrical experiments, herausgegebenen Buche, wo er in einer Anmerkung S. 28. ſagt: Canton habe dieſes Verſchwinden und Zurückkehren des Lichts wahrgenommen. Dieſe beyden Herren, Canton und Watſon, ſcheinen nicht gewußt zu haben, daß dieſe Beobachtung der Zurückkunft des elektriſchen Lichts im luftleeren Raume ſchon vor Entdeckung der Leydner Flaſche Herr Grummert zu Biala in Pohlen, wie bereits ſchon oben angeführt worden, gemacht hatte.

Seitdem ſtellte Canton dieſen Verſuch mit veränderten Umſtänden an, indem er die elektriſch gemachte Röhre an eine andere ausgepumpte und hermetiſch verſiegelte Glasröhre brachte, wodurch er die vollkommene Erſcheinung eines Nordſcheins darſtellte. Die Flamme fuhr von dem einen Ende in ungleichen Zeiträumen beynahe eine Viertelſtunde nach einander nach dem andern Ende, ohne daß die elektriſch gemachte Röhre aufs neue daran gehalten werden durfte.

Wilſon gedenkt in einem der königlichen Societät am 6. Dec. 1759 vorgeleſenen Aufſatze eines Verſuchs, welcher es ſeiner Meynung nach außer allem Zweifel ſetzen ſollte, daß die glasartige Elektricität wirklich poſitiv, und die harzige negativ wäre, wie in der That durchgängig angenommen ward.

Bey Nachahmung des vorerwähnten und von Cavendiſh zuerſt erdachten Verſuchs nahm er einen gewiſſen Umſtand wahr, welchen Watſon, der die Nachricht davon ertheilte, überſehen zu haben ſchien. Es war dieſes nämlich eine ſonderbare Erſcheinung von Licht auf der einen Oberfläche des Queckſilbers.

Um dieſe merkwürdige Erſcheinung um ſo viel beſſer beobachten zu können, ließ Wilſon etwas Luft in die Röhre hinein, wodurch er vier Queckſilberſäulen, und mithin ſechs ſichtbare Flächen in dem einen Schenkel der umgekehrten Röhre bekam. Hierauf elektriſirte er das Queckſilber in dem andern Schenkel, während das Queckſilber auf der entgegenſtehenden Seite eine Verbindung mit der Erde hatte, und bemerkte, daß im dunkeln Zimmer der Strom des elektriſchen Lichts die ganze Länge des luftleeren Raums hindurch ſichtbar war, und die allgemeine Erſchei-

Erſcheinung deſſelben von gleichförmiger Dichtigkeit zu ſeyn ſchien, an den obern Flächen jeder Säule ausgenommen, als woſelbſt ohngefähr $\frac{1}{10}$ Zoll über der Oberfläche das Licht allemal weit heller war, dergleichen hingegen an den untern Flächen nicht zu bemerken war, indem vielmehr das Licht an dieſen Orten weniger hell, als bey der allgemeinen Erſcheinung des ganzen erleuchteten luftleeren Raums, ausſah.

Dieſen hellen Schein ſchrieb Wilſon dem Widerſtande zu, welchen das Fluidum auf der Oberfläche des Queckſilbers bey der Bemühung, ſich in daſſelbe hinein zu begeben, antrifft. Daher ſchloß er daraus, daß elektriſch gemachtes Glas die Körper poſitiv elektriſire, oder ihnen eine größere Quantität elektriſcher Flüſſigkeit, als ſie von Natur haben, mittheile.

Als er an demſelben Orte mit einem Cylinder von Harz, anſtatt des gläſernen, elektriſirte, zeigten ſich die Lichterſcheinungen insgeſammt an den untern Flächen der Queckſilberſäulen; woraus er die Folge zog, daß Harz die Körper negativ elektriſire, indem es ſie eines Theils der elektriſchen Flüſſigkeit, welche ſie von Natur beſitzen, beraube, oder, wie er ſich ausdrückt, einen Strom der elektriſchen Flüſſigkeit veranlaſſe, den entgegengeſetzten Weg zu nehmen.

Dieſe Lichterſcheinungen betrachtete Wilſon auch als eine ſtarke Beſtätigung des Daſeyns einer Zwiſchenmaterie auf oder nahe an den Oberflächen der Körper, welche den Ein- oder Austritt der elektriſchen Flüſſigkeit hinderte. Eine Lehre, welche Wilſon aufgebracht hatte, und worauf er ſich bey verſchiedenen andern Gelegenheiten gründet [p]).

Die

p) Philoſ. Tranſ. Vol. LI. P. I. p. 308.

Die Gründe, welche Wilſon zum Beweiſe des gewöhnlich angenommenen Satzes, daß Glas mehr, und Schwefel weniger, elektriſch mache, für einleuchtend hielt, befriedigten dem Aepinus nicht, ungeachtet er eingeſteht, daß die hellen Büſchel in dem luftleeren Raume, in Vergleichung mit verſchiedenen andern Erſcheinungen, einen wirklichen Unterſchied zwiſchen den beyden Arten von Elektricität beweiſen. Er glaubt, daß es ſehr leicht zu begreifen ſey, daß, wenn eine elaſtiſche Flüſſigkeit aus einem Körper herausgeht, dieſelbe nahe an der Oberfläche, wo ſie herauskommt, allerdings weit dichter ſeyn müſſe, als da, wo ſie mehr Freyheit findet, ſich auszubreiten, und bemerkt, daß er bey Erzählung des Verſuchs mit der gebogenen Röhre, in ſeinem Schreiben an Herberden, einige die Begebenheit begleitende Erſcheinungen, welche die von ihm vorgetragene Lehre ungemein begünſtigten, ausgelaſſen habe. Wofern man, ſagt er, nachdem Glas elektriſirt und an die erſte Queckſilberſäule gehalten worden, das elektriſche Fluidum längs der Röhre, bloß in geringer Menge und in kurzen Zwiſchenzeiten, gehen läßt, ſo ſieht man kleine helle Ströme von der erſten Queckſilberſäule nach der zweyten, und mithin von dem Glaſe, ſich bewegen. Eben dergleichen Erſcheinungen, jedoch in entgegengeſetzter Richtung, bemerkt man, wenn man Harz oder Bernſtein nimmt, und an dieſelbe Säule hält. Glas alſo, ſchließt er, macht mehr elektriſch, oder füllt Körper mit mehr elektriſcher Flüſſigkeit an, als ihnen von Natur gehört, Harz hingegen weniger [q]).

Prieſt-

q) Philoſoph. Tranſact. Vol. LIII. p. 438. 441.

Prieſtley bemerkt, daß hiebey eine Täuſchung vorgegangen ſey; denn Canton habe ihm benachrichtigt, daß er gefunden habe, daß das Licht, welches Wilſon als auf der einen Oberfläche des Queckſilbers in dem doppelten Barometer des Lord Cavendiſh erſcheinend wahrgenommen hat, und welches Wilſon für einen Beweis der Gegenwart einer Zwiſchenmaterie auf den Oberflächen der Körper anſieht, welche den Ein- oder Austritt der elektriſchen Flüſſigkeit einiger Maaßen hindert, daß dieſes Licht, mit einem Worte, durch nichts anders, als gemeine Luft verurſacht worden ſey. Denn iſt die Torricelliſche Röhre auf gehörige Art gemacht, ſo iſt auf den Oberflächen der Queckſilberſäulen kein Unterſchied des Lichts wahrzunehmen; ſobald aber ſo viel Luft in den leeren Raum hinein gelaſſen wird, daß dadurch jede Queckſilberſäule einen Viertelszoll kürzer wird, als die Säule eines guten Barometers, ſo erſcheint ſo viel Licht, als Wilſon beſchrieben hat. Als Wilſon annahm, daß Watſon, als er den Verſuch mit der Torricelliſchen Röhre anſtellte, auf die beſondere Erſcheinung des Lichts auf einer der Oberflächen des Queckſilbers nicht Acht hatte, ſo vermuthete er nicht, daß, wenn die Leere, welche Watſon machte, völlig luftleer war, keine dergleichen ſonderbare Erſcheinung des Lichts ſtatt hatte, worauf er hätte aufmerkſam ſeyn können. Luft, fügt Canton hinzu, muß nothwendig nahe an der Oberfläche aller ſie anziehenden Körper verdichtet ſeyn, und hindert daher einiger Maaßen den Aus- oder Eintritt der elektriſchen Flüſſigkeit, ausgenommen, wenn die Körper ſehr ſcharf zugeſpitzt ſind.

Wilke r) machte verſchiedene merkwürdige Beobachtungen über das elektriſche Licht. Als er zwey Stücke Glas im Finſtern an einander rieb, ſo bemerkte er ein ſehr lebhaftes Phosphor ähnliches Licht, welches jedoch keine Strahlen von ſich warf, ſondern an demjenigen Orte, wo es zum Vorſchein kam, feſt ſaß. Es war mit einem ſtarken Phosphorgeruche, aber mit keinem Anziehen oder Zurückſtoßen begleitet. Aus dieſem Verſuche folgerte er, daß Reiben allein keine Elektricität hervorbringe, ſo daß ſie auf irgend einen Körper angehäuft würde, ſondern daß, wenn dergleichen Wirkung entſtehen ſoll, die an einander geriebenen Körper in Anſehung der Art ihres Anziehens der elektriſchen Materie von verſchiedenen Beſchaffenheiten ſeyn müſſen. Ueberdem glaubte er, daß alle Beyſpiele des phosphoriſchen Lichts ohne Anziehen von derſelben Erregung der Elektricität, ohne Anhäufung derſelben, herrührten. Dieſe Bewandtniß hatte es, ſeiner Einbildung nach, mit dem aus dem Bologneſer Steine, Ofenbruche, faulen Holze, zerſtoßenen Zucker und allen Arten von Glas fahrenden Lichte.

Eine mit einem wollenen Tuche, welches mit weißem Wachs oder Oel überſtrichen war, elektriſch gemachte Röhre gab, ſeiner Verſicherung nach, Flammen von ſich; und bey näherer Unterſuchung einer jeden derſelben fand ſich, daß ſie aus einer kleinen Beule von Feuer hervorkam. An dem Orte ihres Urſprungs war die Flamme einzeln und ſchmal; weiter von der Röhre aber theilte ſie ſich in verſchiedene Zweige, welche ſich allemal nach denjenigen Theilen der

r) De electricitatibus contrariis. Roſt. 1757. 4.

der Röhre, welche am wenigſten elektriſch geworden waren, oder nach benachbarten Leitern neigten.

Wenn er einen Finger oder andere unelektriſche Körper an einen negativ elektriſch gemachten Körper hielt, ſo kam ein Lichtkegel zum Vorſchein, wovon der unterſte breite Theil am Finger oder am andern unelektriſchen Körper, und die Spitze an dem elektriſchen war. Bisweilen ſah er feurige Theilchen ſeitwärts aus einem irregulairen elektriſchen Funken fahren, welche wie Sterne ſchimmerten, und denjenigen ſehr ähnlich waren, welche durch das Zuſammenſchlagen des Feuerſteins und Stahls hervorgebracht werden.

Als er verſchiedene Kugeln an ſeinen Leiter hieng, und andere, welche bisweilen von Glas und bisweilen von Metall waren, daran hielt, und dieſelben auf alle nur mögliche Art veränderte, ſo nahm er allemal wahr, daß das Licht zwiſchen denſelben einen Kegel darſtellte, wovon der untere Theil allemal an dem poſitiv= und die Spitze an dem negativ=elektriſchen Körper befindlich war. Dieſes Kennzeichen hält er für hinlänglich, die beyden Elektricitäten von einander zu unterſcheiden.

Er bemerkte an der Spitze eines aus poſitiv elektriſch gemachten ſpitzigen Körpern hervorkommenden Kegels einen cylindriſchen Funken, aus welchem helle Strahlen gleich einem Fluſſe hervorſchoſſen. Dieſe Strahlen ſtellten einen hellen Kegel dar, deſſen oberer Theil nach der Spitze zu, woſelbſt das Feuer hervorkam, gekehrt war. Bisweilen fand ſich an oder in einiger Entfernung von dem obern Theile eine helle Spitze, welche Hauſen das Feuer der zweyten Art nennt, woraus Feuerſtröme hervorſchoſſen. Die

Strö=

Ströme kamen niemals aus dem elektriſirten Körper ſelbſt, ſondern beſtändig aus dieſer hellen Spitze hervor. Ferner ſagt er, daß dieſe helle Spitze an dem äußerſten Ende eines elektriſirten und helle Strahlen von ſich gebenden Körpers das Unterſcheidungszeichen des poſitiven Kegels ausmache.

Ein negativer Kegel, behauptet er, iſt klein, und beſteht aus dünnen Fäſerchen, welche ſich unmittelbar an die Spitze, woſelbſt das Licht hineintritt, oder an ihre Seiten anhängen, und, wenn man ſie genau unterſucht, kleine Kegelchen, deren unterſte breite Theile auf dem Körper ruhen, darſtellen.

Wenn er nachher auf die Betrachtung der Urſache der negativen Lichtkegel kommt, ſo geſteht er, daß er ſelbſt nicht wiſſe, wie er es erklären ſolle.

Wilke that Urin- oder ſogenannten engliſchen Phosphor auf einen zugeſpitzten Körper, welcher im Finſtern alles ſichtbar machte, und als er dieſen zugeſpitzten Körper ſenkrecht hieng, ſah er die Phosphordämpfe gerade in die Höhe ſteigen; als er ihn aber in derſelben Richtung hangend elektriſirte, zogen ſich die Dämpfe niederwärts, und ſtellten einen ſehr langen Kegel dar, welcher aus der Mitte des Kegels des elektriſchen Lichts hervorkam, als welcher ganz deutlich davon unterſchieden werden konnte. Wenn er mit dem Elektriſiren aufhörte, ſo ſtiegen die Phosphordämpfe, wie anfänglich, wieder in die Höhe. Aus dieſer Niederdrückung der phosphoriſchen Ausflüſſe ſchließt Wilke auf den Ausfluß der elektriſchen Materie aus der Spitze und der Oberfläche, und nicht bloß durch die Subſtanz des ſpitzigen Körpers hindurch.

Daß die elektriſche Materie nicht bloß aus der Subſtanz elektriſirter Körper, ſondern auch aus ihrer

Ober-

Oberfläche herausfließe, glaubte Wilke daraus erweißlich zu machen, daß ein metallener Ring, welchen man noch ſo wenig über die Spitze eines Draths, worauf man ihn gelegt hat, hinweg ſchleudert, die Erſcheinung der leuchtenden Spitze verhindert.

Wenn er eine nicht elektriſirte Spitze einer poſitiv elektriſirten entgegenſtellte, ſo waren dergleichen Lichtkegel, welche in andern Fällen auf beyden Spitzen erſcheinen, nicht zu ſehen; wenn er aber einen poſitiven Kegel einem negativen entgegenſtellte, ſo behielten ſie beyde ihre eigenthümliche ſie unterſcheidende Eigenſchaften.

Nach der Zeit hielt es Wilke *) der Mühe werth, ſeine Verſuche mit dem engliſchen Phosphor weiter zu verfolgen, um auch das Verhalten deſſelben bey entgegengeſetzten Elektricitäten zu prüfen. Hier fand er, daß auch ſchon vor ihm Winkler dergleichen Verſuche ausgeführt habe.

Herrn Wilke's erſte Aufmerkſamkeit gieng dahin, zu unterſuchen, ob die phosphoriſchen Dünſte für ſich eine eigene urſprüngliche Elektricität beſäßen. Allein er hatte nie bemerkt, daß ſie von elektriſchen Körpern abgeſtoßen wurden, daß ſie ſich ſolchen näherten, die der Elektricität zu Leitern dienen, oder, daß ſie ſonſt das geringſte Zeichen einer elektriſchen Kraft in den Körpern, von welchen ſie aufſtiegen, oder bey welchen ſie im Aufſteigen vorbey fuhren und ſie berührten, äußerten, ob dieſe gleich zur Beybehaltung der Elektricität eingerichtet waren und auf Glas oder Seide ruheten. Indeſſen, ſagt

*) Abhandl. der ſchwed. Akad. der Wiſſenſch. B. XX. S. 207. f. der deutſ. Ueberſ.

ſagt er, laſſe ſich nicht läugnen, daß ihr Schein von eben der Urſache herrühren möchte, die bey gewiſſen Gelegenheiten die elektriſche Materie leuchtend und ſichtbar mache.

Er zieht hieraus die Folge, daß dieſe Phosphordünſte von elektriſchen Körpern angezogen werden. Wenn ſie wie leuchtende Wolken in der Luft ſchweben, und eine elektriſche Glasröhre gegen ſie geführt wird, ſo werden ſie wohl ein wenig von der Bewegung der Luft zerſtreut, aber ſie ſtreichen doch ungeſtört den elektriſchen Körpern vorbey, ohne daß man ein merkliches Anziehen gegen dieſelben wahrnimmt. Wenn hingegen der elektriſche Körper nahe an den Körper geführt wird, von welchem die Dünſte aufſteigen, und dieſe letztern in des erſten Atmoſphäre die entgegengeſetzte Elektricität haben bekommen können; ſo werden auch die Dünſte deutlich gezogen, ſo daß ſie wie ein Strom gegen und an den elektriſirten Körper fahren. Auf ſolche Art laſſe ſich alſo nicht mit Gewißheit ſagen, ob die Dünſte ſelbſt gezogen werden, oder ob ſie nur den Bewegungen folgen, welche zwiſchen dieſen Körpern in der elektriſchen Materie und in der Luft entſtehen. Eben das ließe ſich bey allen andern leichten Körpern einwenden, welche auf andern Körpern ruhen, und nach der letzten Beſchaffenheit ſtärker oder ſchwächer gezogen werden. Wie man aber von dieſen gleichwohl ſage, daß ſie angezogen würden, ſo ließe ſich ſolches wohl mit eben dem Rechte von dieſen Dünſten ſagen.

Auch nehmen phosphoriſche Ausdünſtungen die Elektricität von andern Körpern in ſich, rauben ſie, und leiten ſie ab, wie elektriſche Körper thun. Ein Stückchen Papier, das an Seide hieng und

mit

mit Phosphor beſtrichen war, ward nicht ſo gleich und beſtändig von der Glasröhre zurückgeſtoßen, nachdem es beſtrichen war, als zuvor, ehe dieſe raubenden Dünſte davon aufſtiegen. Eine eiſerne Kugel, die an Seide hieng, nahm auf eben dieſe Art weder ſo ſtarke Elektricität an, noch behielt ſie ſie auch ſo lange, als zuvor, nachdem ſie mit den ableitenden Dünſten war beſtrichen worden. Hiebey bemerkt er noch, daß er nie habe wahrnehmen können, daß dieſe Dünſte wieder andern Körpern die Elektricität überließen, die ſie gleichwohl angenommen und fortgeführt hätten, ob er gleich zu ihrer Beybehaltung und Aufnahme viele Körper eingerichtet habe. Sollten ſie wohl, frägt er, dieſe Elektricität gleichſam binden und in ſich ſaugen? oder, welches glaublicher ſey, werde nicht die wenige Elektricität, die ſie empfangen, von der Luft abgeleitet?

Wenn die Phosphordünſte zugleich mit dem Körper, von dem ſie aufſtiegen, elektriſirt wurden, ſo wurden ſie davon weggetrieben, und folgten auf eine merkwürdige Art den Bewegungen, in welche die elektriſche Materie und die Luft geſetzt wurden. Er bewies dieß durch folgende Verſuche.

Ein oben halbrunder Polirſtock ward auf eine gläſerne Glocke geſtellt, und am obern Theile mit Phosphor beſtrichen, welcher einen ſtarken und gleich aufſteigenden leuchtenden Dampf gab. So oft eine wohl geriebene Stange Glas oder Schwefel gegen den untern Theil des Stocks geführt ward, brach der Phosphorrauch viel häufiger heraus, und zugleich wurden einige lange und gleichausfahrende Strahlen herausgetrieben, die ſich aus dem übrigen Raume heraus erſtreckten. Dieſe entſtanden bey einigen Un-

gleich-

gleichheiten des Stocks, und ihre Anzahl ließ ſich vermehren, wenn man auf ihn einige eckigte Stücke Bley legte. Ward derſelbe Stock mit einer ſtarken Glaskugel elektriſirt, ſo zerſtreuete ſich der Phosphordunſt geſchwind, und die Flecken ſelbſt verſchwanden oft gänzlich.

Ein ſchmaler und an den Enden abgerundeter Papierſtreifen ward mit Phosphor beſtrichen, und an eine dünne Glasröhre befeſtigt. An deſſen einem Ende ward eine elektriſirte Glas- und Schwefelſtange vorbeygeführt, welche die Elektricität im Papiere erregte, wobey die ausgehenden Dünſte ſehr häufig in zwey verſchiedenen Strömen ausbrachen, von welchen der eine ſich wandte und an die elektriſirende Stange fuhr; der andere an der abgewandten Seite in entgegengeſetzter Richtung davon. Was für eine Geſtalt auch das Papier haben mochte, ſo entſtanden immer zugleich zwey ſolche in entgegengeſetzten Richtungen davon ausfahrende phosphoriſche Büſchel.

Noch angenehmer zeigte ſich dieſe Erſcheinung, wenn eine an beyden Enden zugeſpitzte, einige Zoll lange, und etwas dicke eiſerne Stange an die Glasröhre befeſtigt, mit Phosphor beſtrichen, und die wohl geriebene Glas- oder Schwefelſtange bey einer Spitze derſelben vorbeygeführt ward. Beyde Spitzen ſchoſſen alsdann, außer dem gewöhnlichen elektriſchen Feuer, zwey lange phosphoriſche Strahlen aus, von welchen einer gegen die Stange zuſtrömte, der andere in entgegengeſetzter Richtung in die freye Luft hinausſtrich. Dieſe Strahlen entſtanden und verſchwanden allemal zugleich mit einander und mit den elektriſchen Feuerbüſcheln; aber ſie ſtrömten immer fort, ſo lange noch etwas Phosphor übrig war, wenn die Spitze

gegen einen Körper gekehrt ward, der von der Elektriſirkugel eine gleiche und beſtändige Elektricität bekam.

Eine große mit Spiegelfolie überzogene Kugel ward an die Leiter gehängt, und in einem hohen Grade mit einer guten Kugel elektriſirt, nachdem auf der einen Seite derſelben ein Fleck, einen Reichsthaler groß, mit Phosphor beſtrichen war. Die Elektricität zerſtreuete die von dieſem Fleck ausgehenden Dünſte ſo ſtark, daß nicht nur dieſe Dünſte, ſondern oft der Fleck ſelbſt verſchwanden, welche gleichwohl ſogleich wieder ihren vorigen Schein bekamen, wenn das Elektriſiren aufhörte. Wenn während des Elektriſirens Funken mit dem Finger oder einem Schlüſſel an dieſer Stelle herausgezogen wurden, ſo wurde auch, indem dieſer Funken ſchlägt, der ganze Fleck ſichtbar, und man bemerkte deutlich die davon ſchnell ausfahrenden Dünſte, zum Beweiſe, daß das elektriſche Feuer dieſe Dünſte gleichſam entzündet und belebt, welche durch das Zurückſtoßen ſo ſtark zerſtreuet würden, daß ſie nicht mehr ſichtbar blieben.

Der Glanz dieſer phosphoriſchen Dünſte ſcheint, nach Wilke, oft von der elektriſchen Kraft zu verlöſchen, welches davon herrührt, daß ſie durch das Zurückſtoßen zerſtreuet werden, und mithin nicht dicht und geſammlet genug ſind, unſerm Auge ſichtbar zu werden. Hiebey wirkt die elektriſche Kraft nur ſo, wie ein ſtarkes Blaſen mit dem Munde wirken würde, daher verlöſcht auch dieſer Glanz, wenn der Wind von der Spitze die Dünſte zerſtreuet. Dagegen iſt das elektriſche Feuer ſelbſt im Stande, den Glanz zu befördern, und die Dünſte gleichſam ſtärker und häufiger anzuzünden. Die Bewegungen aber, in welche die-

ſe Dünſte nach den vorigen Verſuchen geſetzt werden, ſcheinen zu beweiſen, daß eine gewiſſe Materie wirklich von allen Spitzen ausfährt und die Luft in eine gewiſſe nach den Umſtänden eingerichtete Bewegung ſetzt, welche dieſe Dünſte ſichtbarlich vor Augen ſtellt. Daher iſt es vermuthlich der Luftſtrom allein, welcher die Dünſte mit ſich führt, nachdem er durch die von der Spitze ausfahrende elektriſche Materie fortgetrieben iſt.

Weil alſo die Phosphordünſte beſonders an Spitzen eine ſtarke Bewegung erhalten, ſo hielt er es der Mühe werth, genauer zu unterſuchen, wie es damit zugehe. Alle Theorien, ſagt Wilke, kommen darin überein, daß von poſitiven Spitzen eine ſubtile Materie ausfließt; aber von den negativen werde es nicht ſo leicht zugeſtanden. Er glaubt, daß neue Verſuche nöthig ſind, um auszumachen, ob die negativen Spitzen die elektriſche Materie in ſich ziehen, oder von ſich ausſprützen. Er traut ſich zu, durch folgende Verſuche mit Phosphor mehr als wahrſcheinlich zu machen, daß ſie wirklich den poſitiven gleich ſind, und einen elektriſchen Wind von ſich blaſen.

Am Ende eines großen Leiters von verzinntem Eiſenbleche ward eine eiſerne Spitze, die mit Phosphor beſtrichen war, befeſtigt, welche zugleich mit dem Leiter vermittelſt einer ſtarken Glaskugel poſitiv elektriſirt ward. Hiebey wurden nun folgende Umſtände wahrgenommen:

1. Der Phosphorglanz, welcher die ganze Spitze umgab, verſchwand, ſo daß das Eiſen ſelbſt im Dunkeln nicht mehr zu erkennen war. Dies ereignete ſich doch nicht allezeit, zumal wenn der Phosphor zu häufig oder dick aufgeſtrichen war.

2. Die

2. Die gewöhnlichen gegen 2 Zoll langen poſitiv elektriſchen Feuerbüſchel breiteten ſich recht ſchön aus, und zugleich ward von der Spitze ein langer Phosphorſtrahl ausgetrieben, der bey der Spitze ganz ſchmal war, aber ſich immer erweiterte, und, da er bis eine Elle weit in der Luft fortgegangen war, dicke ward, ſich ſtemmte und zertheilte, wie ein leuchtender Rauch auf die Art, als würde er durch eine enge Oeffnung fortgetrieben.

3. Gegen die Hand, oder eine andere unelektriſche Fläche, ſtößt dieſer Feuerſtrahl gleichſam an, und breitet ſich nach allen Seiten aus. Wenn aber der Körper von eben dem Leiter elektriſirt iſt, ſo wird der Strahl davon zurück und gegen die Spitze getrieben.

4. Führt man einen ableitenden oder negativen Körper an der Seite gegen den Strahl, ſo wird er davon angezogen; aber er flieht dieſen Körper und weicht ihm aus, wenn er gleichartige poſitive Elektricität hat.

5. Der Wind aus einem Handblaſebalge vermindert und ändert den elektriſchen Feuerbüſchel wenig, treibt aber den Phosphorſtrahl nach einer Gegend, nach welcher man will, und zerſtreuet die Dünſte.

6. Mit dem Elektriſiren hört auch das elektriſche Feuer auf, und zugleich der Phosphorſtrom, wovon die Seiten der Spitzen von neuem zu leuchten anfangen, und die Dünſte, welche zuvor den langen Strahl ausmachten, davon aufſteigen.

7. Dieſer Phosphorſtrahl ward nie über 3 Fuß lang ausgetrieben, dagegen man noch deutliche Wirkungen und Mittheilungen der elektriſchen Kraft nach dieſer Spitze an einer Metallplatte bemerkte, die an

einem ſeidenen Faden hieng, und 10 bis 12 Fuß entfernt war.

8. Hielt man einen mit Phosphor beſtrichenen Körper gegen die unbeſtrichene Spitze, ſo wurden die davon aufſteigenden Dünſte in einen langen Strahl fortgetrieben, als blieſe man darin durch ein enges Rohr.

9. Eben die Spitze, wenn ſie vom Leiter weggenommen und an einen kleinen Glaspfeiler befeſtigt, auch durch eine kleine Kette in einer großen Entfernung vom Leiter elektriſirt ward, gab keinen ſo ſtarken und langen Strahl von ſich, als zuvor innerhalb des Leiters eingeſchränkten Atmoſphäre.

10. Wenn gegen den von der Spitze ausfahrenden Strahl ein an beyden Enden ſpitziger und auf einen Glaspfeiler befeſtigter Stahldrath geſtellt ward, ſo folgte der Phosphorſtrahl ſelbigem längshin, und erregte an deſſen vorgekehrter Spitze einen dergleichen ausfahrenden leuchtenden Strom, wie vorhin.

Um die Spitze negativ zu elektriſiren, ſtellte er ſich ſelbſt auf einen Schemel mit Glasfüßen, rieb die Kugel mit der Hand, und ließ an der andern Seite eine zuführende Kette an die Glaskugel hängen. Mit dieſer negativ elektriſirten Spitze ſtellte er alle vorhin bey den poſitiven Spitzen beſchriebenen Verſuche an, und der Erfolg davon glich den vorigen ſo vollkommen, daß er oft ungewiß war, ob er wirklich negative Leiter bey den Spitzen gebraucht hatte. Der elektriſche Büſchel war allezeit ſehr kurz, und glich oft nur einem leuchtenden Punkte; aber die Phosphorſtrahlen ergoſſen ſich, wie vorhin, über 1 Fuß weit von der Spitze.

Ward

Ward der Verſuch mit unelektriſchen Spitzen angeſtellt, welche mit Phosphor beſtrichen und mit der Hand gegen den Leiter geführt wurden, ſo fuhr der Phosphorſtrahl heraus, und wendete ſich nach dem Leiter, von welchem der ausgetriebene Rauch gezogen ward. Die Urſache davon war keine andere, als daß dieſe Spitzen, wie alle andere Körper innerhalb der Atmoſphäre des Leiters, wirklich eine Elektricität erhalten, welche derjenigen entgegengeſetzt iſt, die der Leiter beſitzt. Daher treiben ſie den phosphoriſchen und elektriſchen Strom aus, welcher als ungleichartig vom Leiter angezogen wird; daher auch dieſe Strahlen etwas ſtärker und länger ſind, wenn die Spitze poſitiv und der Leiter negativ iſt, als wenn umgekehrt der Leiter poſitiv und die Spitze negativ iſt.

Aus dieſen Verſuchen ſchloß Wilke, daß von allen Spitzen Phosphorſtröme ausgehen, und da dieſes von den Dünſten herrühre, die auf die Seiten der Spitzen geſtrichen ſind, ſo müſſe man es nothwendig anſehen, als würden ſie von den Spitzen ausgetrieben. Nach ſeiner Meynung wird 1. von allen Spitzen, ſie mögen poſitiv oder negativ elektriſch ſeyn, eine feine elektriſche Materie von gleicher oder ungleicher Art ausgetrieben. Dieſe mit einiger Stärke wie ein Wind fortſtrömende Materie ſetzt 2. die Luft, welche die Spitze umgiebt, in Bewegung, und treibt ſie fort, welche Bewegung gleichfalls wie ein kalter Wind mit der Hand gefühlt wird und ſo ſtark iſt, daß ein ſchwaches Licht davon ausgeblaſen wird, und merkliche Gruben in Waſſer, Oel u. d. g. gedruckt werden. Wie nun 3. die von der Spitze aufſteigenden Dünſte in dieſer Luft ſchweben, und die Luft von allen Seiten nach der Spitze zu ſchießt, wenn die dabey be-

findliche fortgetrieben wird; ſo folgen auch die leuchtenden Dünſte dieſem Luftſtrom, und machen deſſen Weg ſichtbar. Dieſe Verſuche geben, ſagt er, eine beträchtliche Schwierigkeit gegen Franklin's Theorie der negativen Elektricität: daß ſolche nur eine Beraubung und Mangel ſey, womit gleichwohl ſo viele andere Verſuche übereinſtimmten. Um nun beſſer von der Richtigkeit der vorhergehenden Verſuche zu urtheilen, ſo brachte er alle verſchiedenen Spitzen paarweiſe zuſammen, und fand, daß dieſe Verſuche noch mehr beſtätigten, was die vorigen zu glauben veranlaßt hatten.

Es wurden zwey völlig gleiche eiſerne Stängelchen nach vielen Verſuchen ſo eingerichtet, daß ihre Spitzen ſo viel als möglich gleich ſtarke Feuerbüſchel gaben, wenn ſie elektriſirt wurden. Sie wurden jede auf ihren Glaspfeiler befeſtigt, und konnten in einer Glashülſe auf- und abgeſchoben werden, ließen ſich auch nach Gefallen gegen einander ſtellen. Am andern Ende ließ ſich eine Kette befeſtigen, wodurch ſie mit dem Leiter oder Fußboden verbunden, und alſo elektriſirt oder ableitend wurden. Beyde Spitzen wurden mit Phosphor beſtrichen und bekamen zugleich die Elektricität von eben dem Leiter. Da fand ſich

1. daß die Spitzen in eben der Linie gegen einander gekehrt jede ihren Phosphorſtrom von ſich ſchickt, welche deutlich einander begegnen, und auf einander drucken, wodurch ſie einen dicken gemeinſchaftlichen Rauch zwiſchen ſich machen.

2. Iſt die eine Spitze ſchärfer als die andere, ſo wird auch ihr Strahl mächtiger, und druckt den andern gegen ſeine Spitze zurück.

3. Iſt

3. Iſt es merkwürdig, daß dieſe Phosphorſtröme gleichwohl gegen einander ausfahren, da die elektriſchen Büſchel doch gewöhnlich verlöſchen, wenn die Spitzen an einander kommen.

4. Stellt man die Spitzen ſehr nahe an einander und nach eben der Seite gewandt, ſo ſcheinen die Ströme einander ein wenig zurückzutreiben, machen aber doch einen gemeinſchaftlichen ſtarken Büſchel aus.

5. Sind die Spitzen parallel und ein wenig aus einander an den Seiten, ſo beugen die Phosphorſtrahlen ſich auswärts von einander.

6. Blaſen die Ströme ſeitwärts rechtwinklicht gegen einander, ſo ſtoßen ſie zuſammen und fahren nach der Diagonale in einem gemeinſchaftlichen Strome aus, wobey, wenn eine Spitze ſchärfer iſt, der Strahl derſelben gleichſam mächtiger wird, als der der andern.

7. Beyde Elektricitäten thun eben die Wirkung, und zwey ableitende Spitzen innerhalb einer und derſelben elektriſchen Atmoſphäre verhalten ſich ebenfalls ſo, als hätten ſie einerley Elektricität.

Ward die eine der vorhin erwähnten Spitzen mittelſt einer Kette mit dem Leiter verbunden, die andere aber mit der auf Glas ſtehenden Perſon, welche die Kugel mit der Hand rieb, wodurch alſo die erſte poſitiv, die andere negativ elektriſirt ward, ſo machte Wilke folgende Beobachtungen:

1. Aus den Spitzen gegen einander in eine Linie gewandt ſtrömten Phosphorſtrahlen zuſammen, und wo ſie zuſammenſtießen, machten ſie einen gemeinſchaftlichen ſtärkern Rauch.

2. Kamen ſie einander ſo nahe, daß elektriſche Funken immerfort zwiſchen ihnen ſtrömten, ſo wurden die leuchtenden Dünſte mehrentheils zurück über die eine Spitze längs dem Stahldrathe hin getrieben. Gemeiniglich ward die poſitive Spitze mächtiger, und die Dämpfe wurden längs der negativen zurückgetrieben. Dieſes ſchien nicht ſowohl von den Spitzen herzurühren, ſondern von einer überwiegenden Stärke der poſitiven Elektricität; denn die Spitzen wurden verwechſelt, und die Erſcheinung, oder der elektriſche Strom, behielt immer noch ſeine Richtung. Wenn aber die poſitive Kraft im Leiter nach und nach dadurch geſchwächt ward, daß man eine andere ableitende Spitze im gehörigen Abſtande vom Leiter hielt, ſo ward der Strom von der negativen Spitze zuletzt ſtärker, als der der poſitiven, und trieb die Dämpfe davon über den Stahldrath zurück.

3. Wenn die Spitzen, welche elektriſche Funken gegen einander ſtrömten, ſchnell von einander geſondert wurden, ſo theilte ſich der Rauch zwiſchen ihnen auf eine artige Weiſe, und ward zugleich über beyde Spitzen zurückgetrieben, als blieſen ſie auf einmal ſtärker gegen einander. Wenn die negative Perſon, die auf dem Glaſe ſtand, ſtatt der Kette mit dem Finger wechſelsweiſe den einen Stahldrath berührte und wieder ablieſs, wodurch Funken an den Spitzen hervorkamen, ſo konnte man ſich den Anblick dieſer Erſcheinung öfter und länger erhalten.

4. Wenn ſie einander an die Seiten geſtellt wurden, blieſen ſie Strahlen von ſich, welche unter einander zogen, und ſich nach der entgegenſtehenden entgegengeſetzten Spitze wendeten.

5. Stie-

5. Stießen die ungleichartigen Ströme an die Seite gegen einander, ſo ſchienen ſie wenig gezogen zu werden; ſie ſtießen aber gleichwohl wie Winde, die gegen einander gehen, zuſammen, und fuhren in einem gemeinſchaftlichen Strale nach der Diagonale fort.

6. Stellte man die eine Spitze ſo, daß ihr Strahl gegen die mit Phosphor beſtrichene Stelle der andern fuhr, ſo trieb ſie auch mit ihrem Blaſen die Dünſte von der andern Spitze ſo, daß der Phosphorſtrom verloſch. Dieſelbe Wirkung thaten beyde Elektricitäten.

7. Wurden die Spitzen ſo umgebogen, daß ſie ihre Strahlen parallel ausblieſen, ſo ſchienen auch dieſe einander wenig zu ziehen; aber doch fuhren ſie in einem ſtärkern und gemeinſchaftlichen Rauche und Strome aus.

Mit einer elektriſirten und einer ableitenden Spitze bemerkte man dieſelben Veränderungen, welche entgegengeſetzte Elektricitäten zeigten.

Aus der Vergleichung aller dieſer Verſuche zog nun Wilke folgende Sätze: 1. alle Spitzen überhaupt treiben einen elektriſchen Wind von ſich, welcher den Phosphorſtrom verurſacht; 2. dieſe Winde wirken auf eine mechaniſche Art gegen einander, indem ſie zuſammenſtoßen, und mit einer zuſammengeſetzten Bewegung Diagonalen beſchreiben u. ſ. w. 3. Demungeachtet behalten dieſe Winde und Phosphorſtrahlen die entgegengeſetzte Art und Natur, welche ſie von der Elektricität erlangen, mit welcher ſie ausgetrieben werden. Die gleichartigen, poſitiven oder negativen, treiben einander fort; aber die ungleichartigen oder mit entgegengeſetzten Elektricitäten ausgetriebenen zie-

hen einander an. Obgleich dieſe Verſuche zeigten, daß alle Spitzen elektriſche Materie ausblaſen, ſo folge doch nicht daraus, daß alle elektriſche Materie von einerley Art ſey. Dieſes hindere auch, die ungleichen Wirkungen, welche die Spitzen ausüben, nur für Unterſchiede der Grade und der Stärke einer und derſelben Kraft anzunehmen. Am wahrſcheinlichſten, ſagt er, wäre es, daß ſich verſchiedene elektriſche Materien in der Natur finden möchten; auf was für Art ſie aber in einem und demſelben Körper erregt und erhalten werden, ſey ein unaufgelößtes Geheimniß.

Auch Beccaria *) ſuchte die Richtung der elektriſchen Flüſſigkeit aus den Erſcheinungen ſpitziger Körper zu beſtimmen. Der Pinſel, worunter er das elektriſche Feuer an der poſitiv elektriſirten Spitze verſteht, ſagt er, zieht ſich bey Annäherung eines breiten Stücks nicht elektriſirten Metalls zuſammen; da hingegen der Stern, worunter er das elektriſche Feuer an einer negativ elektriſirten Spitze meynt, ſich unter eben denſelben Umſtänden ausbreitet, und nahe an der Spitze, nach der breiten Oberfläche zu, eine kleine Höhlung hat. Der Pinſel iſt mit einem Kniſtern begleitet; der Stern hingegen verurſacht wenig oder gar keinen Laut. Von der erſtern dieſer Erſcheinungen ſagt er bloß, daß dieß die nothwendige Folge einer aus einer Spitze heraus- oder in dieſelbe hineinſtrömenden Flüſſigkeit ſey. Der ſtärkere Laut aber, welchen der Pinſel verurſachte, entſtand, ſeiner Meynung nach, von dem durch die elektriſche Materie der Luft beygebrachten Stoße, welcher dieſelbe in eine zitternde Bewegung ſetzt; und dieſer muß nothwendig alsdann, wenn die Flüſſigkeit aus der Spitze in die Luft hinein geſto-

*) Elettriciſmo artificiale e naturale. p. 63.

geſtoßen wird, ſtärker ſeyn, als wenn ſie durch verſchiedene Strecken Luft hindurch fährt, und in einer Spitze zuſammenkommt.

Wurden die zwey Spitzen einander entgegen geſtellt, ſo waren die Erſcheinungen bey beyden einerley.

Beccaria [u]) bemerkte, daß hohle gläſerne Gefäße von einer gewiſſen Dünne, aus welchen die Luft herausgebracht worden, ein Licht von ſich gaben, wenn ſie im Finſtern zerbrochen wurden. Nach einer Reihe von Verſuchen fand er endlich, daß die Lichterſcheinung nicht von dem Zerbrechen des Glaſes, ſondern von dem Anſtoßen der äußern Luft an die inwendige Seite des Glaſes herrühre. Er bedeckte das eine dieſer luftleeren Gefäße mit einem Recipienten, ließ die Luft plötzlich an die auswendige Seite deſſelben ſtoßen, und ward eben dergleichen Licht gewahr. Dieſes nennt er ſeinen neu erfundenen Phosphor.

Er brachte eine ſchöne Erſcheinung des elektriſchen Lichts auf folgende Art hervor. Er leitete poſitive Elektricität nach einer an einem Drathe aufgehängten meſſingenen Kugel in einem ausgepumpten Recipienten, und bemerkte, wenn er eine andere Kugel daran brachte, daß die untere Halbkugel der erſtern durch einen ſichtbaren elektriſchen Dunſtkreis überaus ſchön erleuchtet ward. Leitete er negative Elektricität nach der Kugel, ſo zeigte ſich eine eben ſo ſchöne Erleuchtung an der daran gebrachten Kugel. Dieſer Verſuch, ſagt er, iſt ſehr mißlich, indem er, wenn er vollkommen gelingen ſoll, viel Geduld und Geſchicklichkeit bey Einrichtung der Entfernungen u. ſ. w. erfordert.

Lane

u) Lettere dell' elettriciſmo. p. 365.

Lane *) zeigte durch einige artige Verſuche, daß das elektriſche Licht viel feiner ſey, als ein auf jede andere Art hervorgebrachtes Licht.

Als er, zu gewiſſen verſchiedenen Abſichten, den elektriſchen Schlag im Finſtern über die Oberfläche eines Stücks Marmor hatte fahren laſſen, bemerkte er, daß derjenige Theil, worüber das Feuer hinweggefahren war, leuchtend ward, und dieſes Licht eine Zeitlang behielt. Da keine ſolche Wirkung von dem elektriſchen Schlage vorher je beobachtet worden war, ſo wiederholte er den Verſuch mit mannichfaltiger Veränderung der Umſtände, und fand, daß es allemal mit allen kalkartigen Subſtanzen, ſie mochten aus dem Thier- oder Mineralreiche ſeyn, und zwar beſonders, wenn ſie zu Kalk gebrannt waren, von ſtatten gieng. So viel als er verſucht hatte, behielten die meiſten Subſtanzen dieſes Licht; unter andern wurden verſchiedene vegetabiliſche, vornämlich weiß Papier, Ziegel und Mauerſteine leuchtend; Tabackspfeiffenthon hingegen nicht, wenn er auch noch ſo gut gebrannt war.

Daß gypsartige Subſtanzen, wenn ſie calcinirt waren, leuchteten, zeigte ſich an Stücken von Gypsbildern; und zu dieſer Claſſe, ſagt er, gehört der berühmte Bologneſer Stein. An einigen Körpern aber beobachtete er, daß ſie nach dem elektriſchen Schlage leuchtend wurden, welche es augenſcheinlich nicht waren, wenn man ſie an die Sonne gelegt hatte.

Er ſtellte dieſe Verſuche ſo an, daß er die Ketten oder Drathe, welche von dem Leiter nach dem auswendigen Ueberzuge ſeiner Flaſche führten, 2 bis 3 Zoll

*) Philoſ. Tranſact. Vol. LVI. p. 107.

Zoll von einander auf die Oberfläche des zum Verſuche gebrauchten Körpers legte, und einen Schlag durch dieſelben hindurch gehen ließ. War der Stein dünn, ſo erſchien er, wenn die eine Kette um das obere, und die andere um das untere Ende gelegt worden war, nach der Exploſion an beyden Seiten leuchtend.

Canton, welchem die Nachricht von dieſen Verſuchen mitgetheilt war, zeigte, daß es bloß das Licht wäre, welches die Subſtanzen behielten, aber nichts der Elektricität eigenthümliches. Er entdeckte überdieß, nach öftern Verſuchen, eine gewiſſe Compoſition, welche gemeines Licht ſowohl, als auch das Licht der Elektricität, weit ſtärker behielt, als der Bologneſer Stein, oder irgend eine andere Subſtanz. Mit dieſem neuen Phosphor machte er eine Menge Verſuche. Der durch Entladen einer gemeinen Flaſche innerhalb eines Zolls eines runden Stücks derſelben von ungefähr 2½ Zoll im Durchmeſſer hervorgebrachte Blitz erleuchtete ſie dermaßen, daß man vermittelſt deſſelben in einem verfinſterten Zimmer die Figuren auf einer Uhrtafel deutlich erkennen konnte, und ſie behielt das Licht eine halbe Stunde lang.

Eine merkwürdige Beobachtung über das elektriſche Licht machte Hartmann. Als er nämlich in einem Zimmer vier oder fünf Stunden lang nach einander Verſuche gemacht hatte, und, nachdem er hinaus gegangen war, ſofort mit einem brennenden Lichte in ſeiner Hand wieder zurückgekommen war und dabey ziemlich ſchnell gieng, bemerkte er, daß in der Diſtanz von ohngefähr 1½ Schritt eine kleine Flamme hinter ihm herfolgte, welche aber wieder verſchwand, ſobald er, um dieſelbe zu unterſuchen, ſtehen blieb. Er gerieth bey der erſten Erſcheinung dieſer Flamme

me in kein geringes Schrecken; kam aber nachher auf den Gedanken, daß die Flamme durch nichts anders, als durch die Entzündung des Schwefels, welcher durch das heftige anhaltende Elektriſiren in die Luft getrieben worden war, verurſacht ſeyn konnte.

Elektricität des Tourmalins.

In dieſen Zeitraum fällt ein ganz neuer Gegenſtand von elektriſchen Unterſuchungen, welcher ein größeres Licht über die Natur der Elektricität zu verbreiten ſchien, nämlich der ſo genannte Tourmalin. Die beſondere Beſchaffenheit dieſes Steins, daß er durch bloße Kälte und Wärme elektriſch wird; das Verhalten und die mannichfaltigen Abwechſelungen dieſer Elektricität, und andere beſondere Umſtände, waren ſchon merkwürdig genug, dieſen Stein einer nähern Prüfung zu unterwerfen.

Die erſte Nachricht vom Tourmalin fand Herr Beckmann in folgendem Buche: Curiöſe Speculationes bey Schlaf-loſen Nächten — von einem Liebhaber, der Immer Gern Speculirt. Chemnitz und Leipzig. 1707. 8., deſſen Verfaſſer meldet, ihm ſey von Herrn Daumius, Stabs-Medicus bey der königl. Polniſch. und Churf. Sächſ. am Rhein ſtehenden Militz erzählt worden, daß anno 1703 die Holländer einen aus Oſtindien von Ceylon kommenden Edelſtein, Turmalin oder Turmale, auch Trip genannt, zum erſtenmale nach Holland gebracht hätten. Wie dieſer ceyloniſche Tourmalin in ſeiner natürlichen Beſchaffenheit ausſieht, davon haben wir keine genaue Beſchreibung. Gewöhnlich iſt er ſchwarzbraun, theils durchſichtig, theils undurchſichtig. Ohne Zweifel ſind die Steinhändler durch die Härte, das Gewicht, die Durchſichtigkeit des Steins u. d. g. veranlaßt worden, ſein Verhalten

halten im Feuer, wie bey den Edelſteinen, zu prüfen, und haben ihn in dieſer Abſicht auf glühende Kohlen gelegt, wobey ſie von ohngefähr gefunden haben, daß der Stein, wenn er erwärmt iſt, die Aſchentheilchen und den Staub, womit die Kohlen bedeckt waren, an ſich zieht und von ſich ſtößt. Dieſe Eigenſchaft, die bey andern Steinen ungewöhnlich iſt, mußte nothwendig ihre Verwunderung erregen; daher auch ſelbſt der Stein geſucht und theuer verkauft ward. Daher hat er die Nahmen: Aſchentrockner, Aſchenzieher, Aſchenſtein oder Aſchenblaſerſtein. Die Cey- loner nennen ihn Tournamal, wovon er wohl den gewöhnlichen Nahmen Tourmalin erhalten haben mag.

Ob die Alten dieſen Stein gekannt haben, iſt nicht genau bekannt. Die Farbe iſt ein unſicheres Kennzeichen, und die elektriſchen Wirkungen ſind leicht von Unwiſſenden mit demjenigen verwechſelt worden, was das Reiben gewöhnlich bey allen glasartigen Edelſteinen verurſacht. Doch iſt glaublich, daß die rothen und ſcharlachfarbenen Carfunkel, die Plinius (L. XXXVII. c. 37.) erwähnt, die, von der Sonne erwärmt, Strohhalme und Papierſtückchen an ſich ziehen, eine Art Aſchenſteine ſind; wie auch Watſon [y]) aus Theophraſt's Beſchreibung des Lynkurers der Alten mit viel Wahrſcheinlichkeit bewieſen hat, daß er am beſten auf den Tourmalin paßt. Inzwiſchen findet ſich außer in dem angeführten Buche der ceyloniſche Tourmalin auch in der Hiſt. de l'Acad. Roy. des ſcienc. 1717. deutlich beſchrieben, wo er ein neuer und ungewöhnlicher Magnet genannt wird. Hier iſt, heißt es, noch ein kleiner Magnet; ein Stein, der ſich auf der Inſel Ceylon findet, in der Grö-

y) Philoſ. Tranſact. Vol. LI. p. 397.

Größe eines weißen Stübers, platt, rund, etwa 1 Linie dick, braun, glänzend und ſpiegelnd, ohne Geruch und Geſchmack, der leichte Körper, als Aſche, Papierſpäne, Feilſpäne u. ſ. w. an ſich zieht und von ſich ſtößt. Lemery zeigte ihn, und er iſt nicht ſehr gemein. Aus der Vergleichung zwiſchen dieſen Wirkungen und den gewöhnlichen magnetiſchen, welche darauf angeſtellt wird, erhellet noch deutlicher, daß es ein Tourmalin geweſen iſt. Dieſe Beſchreibung hat ohne Zweifel viel dazu beygetragen, daß der Tourmalin unter dem Nahmen des ceylaniſchen Magnets allgemeiner bekannt geworden iſt; daß er aber doch noch lange ſelten geweſen iſt, läßt ſich daraus beweiſen, weil Muſſchenbroek in ſeiner 1724. herausgegebenen Abhandlung vom Magnete geſteht, er habe dieſe in Paris beſchriebenen Magnete noch nicht geſehen oder unterſucht. Dieſe Steine ſind aus Holland beſonders in Deutſchland ausgebreitet worden, wo einige Schriftſteller ſie beſchreiben, und verſchiedene damit angeſtellte neue Verſuche erzählt haben. Aus Zedler's Univerſallexicon B. XLV. S. 850. iſt beſonders zu erſehen, daß man damit verſchiedene Unterſuchungen anzuſtellen angefangen hatte. Es wird daſelbſt berichtet: dieſer Stein ſey von Oſtindienfahrern an deutſche Juden verkauft worden; er habe die Farbe des Chryſolith; er finde ſich in größern Stücken, die man dünner geſchliffen habe, nachdem das Aſchenziehen ſey entdeckt worden; dabey wird erinnert, er müſſe erwärmt werden, aber doch müſſe man ihn nicht gar zu warm halten, wenn er mit der Aſche ſpielen ſolle; kalt thue er dieſe Wirkung nicht. Man habe dieſe Eigenſchaft bey den deutſchen Landchryſoliten, oder irgend einer andern Art Edelſteine, nicht gefunden. Da man übrigens geſehen habe, daß

der

der Stein vornämlich auf Torfaſche und chemiſche Zubereitungen aus Eiſen und deſſen flüchtigem Geiſte wirke, auch dabey aus dem laboratorio Ceylanico wiſſe, daß ſich auf Ceylon viel Eiſenerz findet: ſo habe man den Tourmalin für Eiſenglanzerz halten wollen, und geglaubt, ein Eiſenſchwefel ſey der Grund ſeiner Eigenſchaften. Alles dieß zeigt hinreichend, daß man den Stein gekannt hat, und daß man die wahre Urſache ſeiner Eigenſchaft auszuforſchen bemüht geweſen iſt, dabey aber die Gedanken auf etwas eiſenhaltiges und magnetiſches gerichtet hat.

Der erſte, welcher bey den Wirkungen des Tourmalins auf die elektriſche Kraft gefallen iſt, war der Ritter von Linné, welcher in der Vorrede ſeiner Flora Zeylanica, zu Upſal 1747 geſchrieben, unter den Ceylaniſchen Merkwürdigkeiten den von Lemery beſchriebenen Stein anführt, und ihm den Nahmen lapis electricus giebt. Ceylon, ſagt er, hat Edelſteine in Menge, als: Rubine, Sapphire, Katzenaugen u. d. gl. Die Flüſſe bieten überall Perlen an, und am wenigſten darf ich den elektriſchen Stein verſchweigen, den man an den Flüſſen findet; er iſt von der Größe eines Stübers, flach, rund, glänzend, bräunlicht, 1 Linie dick, ohne Geruch, ohne Geſchmack, zieht leichte kleine Sachen, z. B. Eiſenfeil, Papierſchnitte u. ſ. w. an ſich, und ſtößt ſie darauf wieder zurück. In der That eine wunderbare und unerhörte Eigenſchaft, wenn ſich ſolches bey einem Steine findet, der weder durch Bewegung noch durch Reiben erwärmt worden, der nur hier entdeckt und beobachtet worden iſt. Die elektriſche Natur des Tourmalins ward aber nicht eher als zehn Jahre darnach, 1757 von Aepinus zu Berlin entdeckt, und das durch ganz andere Anleitungen, als bisher angeführt worden ſind.

Wilke hielt ſich zu damaliger Zeit in Berlin auf, und wohnte mit Aepinus, damals Aſtronom daſelbſt, in einem Hauſe. Es wurde durch den Bergrath Lehmann berichtet, daß er einen kleinen Stein beſitze, welcher auf Kohlen gelegt mit der Aſche ſpiele, und durch die Elektricität unterſucht zu werden verdiene. Aepinus, welcher dieſen Stein ſo wenig, als Wilke, kannte, nahm ihn zu ſich, und fand bey der erſten Probe die Sache richtig. Die Kraft des Steins beſtand in einer wirklichen, und durch die Wärme allein erregten Elektricität. Wilke wurde hievon ſogleich benachrichtigt, und war nachher bey den meiſten Verſuchen gegenwärtig und behülflich, welche ſowohl mit dieſem Steine, als auch mit einem größern, den Aepinus gekauft hatte, angeſtellt wurden. Aepinus Abreiſe nach Petersburg unterbrach die Fortſetzung dieſer Verſuche, indeſſen übergab er ſogleich der Berliniſchen Akademie einen Aufſatz davon, der ſich in der Hiſt. de l'Acad. de Berlin 1756. p. 105. findet. Dieſer Band iſt 1758. herausgekommen. Von dieſen Verſuchen theilte Wilke eine kurze Nachricht in ſeiner Diſſ. de electricitatibus contrariis p. 50. mit. Das weſentlichſte davon beſteht in folgendem:

Der Stein erhielt allemal auf beyden Seiten entgegengeſetzte Elektricitäten, er mochte auf glühenden Kohlen, warmen Metallen, in kochendem Waſſer, mit geſammleten Sonnenſtrahlen, oder auf irgend eine andere Art erwärmt werden. Dieſe Elektricitäten entſtanden zwar allemal auf denſelben Stellen oder Seiten des Steins, welche man daher auch, wie beym Magneten, Pole nennen konnte; aber nach der ungleichen Art, wie der Stein erwärmt ward, wechſelten ſie an dieſen Stellen auf verſchiedene Art von poſiti-

ſitiver in negative. Diejenige Seite des Steins, welche aus dem heißen Waſſer herausgezogen poſitiv war, ward negativ, wenn man den Stein auf warmem Metall wärmte; dagegen die andere Seite, die in jenem Falle negativ war, in dieſem poſitiv ward. Der letzte Zuſtand verſchwindet dabey von ſelbſt, dagegen der erſte, oder wie Aepinus ihn nennt, des Steins natürlicher Zuſtand, wiederkommt, und eine lange Zeit anhält. Aepinus druckte dieſe Beobachtungen in folgendem Geſetze aus: der Stein iſt im natürlichen Zuſtande, wenn beyde Seiten gleich warm ſind; aber im entgegengeſetzten Zuſtande, wenn eine Seite wärmer iſt, als die andere.

Beyde Seiten haben alſo allemal entgegengeſetzte Elektricitäten; aber dieſe elektriſche Beſchaffenheit beruht nicht auf des Steins äußerlicher Geſtalt, ſondern auf ſeinem innern Baue, weil beyde Steine, die völlig ähnlich gebildet waren, gleichwohl unter einerley Umſtänden an ähnlich liegenden Seiten entgegengeſetzte Kräfte zeigten. Die durch Wärme erregte Elektricität dieſer Steine gab ſich durch die gewöhnlichen Wirkungen, Ziehen, Zurückſtoßen, Mittheilung des Feuers u. ſ. f. zu erkennen; aber man muß ſie ſorgfältig von der Elektricität unterſcheiden, die darin durch Reiben mit andern Körpern erregt wird.

Reibt man den Stein an einer Seite allein, mit Wolle u. d. g., ſo wird er poſitiv, und das auf beyden Seiten; rührt man aber indeſſen die andere Seite mit dem Finger an, oder iſt das Reiben ſo ſtark, daß der Stein warm wird, ſo entſtehen daraus neue zuſammengeſetzte Veränderungen, wobey der Stein auch auf beyden Seiten gleichartig werden kann. Von Aepinus Tourmalinen wog der größere 21 Gran,

und war durchſichtiger, als der kleinere, der 7 Gran wog. Beyde hatten ihre Pole, einen mitten auf jeder Seite liegen.

Der erſte, welcher nach Aepinus und Wilke dieſen Stein weiter unterſuchte, war der Herzog von Noya Caraſſa. Er machte ſeine Beobachtungen in einem Briefe an Buffon [z]) bekannt. Denn als Wilke ſeine Abhandlung und Aepinus einen Auszug ſeines Aufſatzes nach Paris geſchickt hatten, ſo ward das, was den Tourmalin betraf, von Touſſaint in ſeinen Obſervations periodiq. de phyſique et d'hiſtoire naturelle angeführt, und dadurch dem Herzoge bekannt gemacht, der bereits zuvor auf ſeinen Reiſen den Tourmalin kennen gelernt, auch in Holland zwey dergleichen Steine bekommen hatte, mit welchen er von Adanſon und d'Aubenton die Verſuche anſtellen ließ, welche in dieſem Briefe an Buffon beſchrieben ſind.

Des Herzogs Steine waren nicht völlig ſo groß, als Aepinus Steine, ſchienen aber von ſehr lebhaften Kräften zu ſeyn. Der kleinere war undurchſichtig und ſchwarzbraun, der größere aber hatte eine rauchige gelbe Farbe, an Durchſichtigkeit glich er den böhmiſchen gelbbraunen Kryſtallen, und hielt ſowohl an Glanz als an Härte das Mittel zwiſchen dieſen und den orientaliſchen Topaſen. Der Aſchenverſuch gelang mit dieſen Steinen gut, wobey auch mit Genauigkeit angezeigt ward, in welcher Entfernung ſie allerley leichte Körper zogen und von ſich ſtießen, z. B. Eiſenfeil, Aſche und Kohlenſtaub wurden 3 Zoll weit geworfen. Nach dieſer Veranlaſ-

z) Lettre ſur la Tourmaline à Mr. *Buffon*. à Paris 1759

laſſung wurden Verſuche mit 33 edlen und feinen Steinen angeſtellt; darunter fand ſich aber keiner, welcher den Tourmalin in dieſer Eigenſchaft ähnlich geweſen wäre. Was die übrigen Beſchaffenheiten des Steins betrifft, ſo ſtimmten ſie meiſtens mit demjenigen überein, was Aepinus und Wilke angeführt hatten, nur in einigen Umſtänden ſchienen ſich die Steine anders verhalten zu haben. Sie gaben kein Feuer im Finſtern und konnten im heißen Wäſſer nicht mit Vortheil elektriſirt werden. Der Herzog machte ſich aber in Abſicht auf die entgegengeſetzten Elektricitäten andere Vorſtellungen. Er verwirft dieſen Unterſchied gänzlich, und erklärt daraus gewiſſe Veränderungen in den elektriſchen Wirkungen des Steins aus der ungleichen Wärme der äußern Flächen, und langſamerer oder ſchnellerer Abkühlung. Daher mußte er auch am Ende zwiſchen der Elektricität des Tourmalins und der gewöhnlichen einen Unterſchied annehmen.

Noch in demſelben Jahre ward in der königl. Societät zu London am 6ten Dec. ein Brief von Wilſon an Doct. Heberden vorgeleſen, der neue Verſuche mit dem Tourmalin enthielt. Wilſon hatte mit einem kleinen Tourmalin, den D. Sharpe zu Cambridge ihm zuſchickte, bald die Richtigkeit von demjenigen gefunden, was Aepinus angegeben hatte. Nachher aber hatte er Gelegenheit, dieſe elektriſchen Merkwürdigkeiten mit einem der größten Tourmaline zu unterſuchen und zu beſtätigen, die bis dahin gebraucht worden waren. Dieſer Stein wog 120 Gran, war 1¼ Zoll lang, 1 Zoll breit und ⅓ Zoll dick, auf einer Seite flach, auf der andern rundlich. Wenn man ihn aus dem Waſſer zog, war die rund-

liche Seite poſitiv, und die flache negativ, welches, nach Aepinus, ſeinen natürlichen Zuſtand ausmachte. Erwärmte man ihn aber auf einer Seite allein an der Flamme eines Lichts, an warmem Metall oder Glas, ſo hatten allezeit beyde Seiten die Elektricität, welche die erwärmte Seite allein im natürlichen Zuſtande hätte bekommen ſollen. Beyde Seiten waren poſitiv, wenn die rundliche, und negativ, wenn die flache allein erwärmt ward. Dieſes gieng darnach von ſelbſt zu vorerwähntem natürlichen Zuſtande über; ſchien aber mit Aepinus Verſuchen zu ſtreiten, vermöge deren der Stein, auf einer Seite erwärmt, im entgegengeſetzten Zuſtande ſeyn ſollte, daß alſo die flache Seite poſitiv und die rundlichte negativ hätte werden müſſen. Indeſſen haben dieſe Verſuche zuerſt gezeigt, daß der Stein durch Erwärmung auf einer Seite überall poſitiv oder negativ werden könne.

Wenn Wilſon den Stein an andere Körper rieb, ſo ward er allemal poſitiv. Der Diamant allein machte ihn negativ. Der Stein war ſo leicht zu erregen, daß das Reiben der Luft, die man mit einem Blaſebalge daran trieb, ihn poſitiv machte. Da aber die Luft auch zugleich ſehr warm war, ſo nahm er auch die von der Luft herrührende Abwechſelung an, die mit der vorigen zuſammengeſetzt ward. Dabey iſt als etwas neues zu bemerken, daß dieſes Reiben der Luft auch im Stande war, erwärmtes Glas und Ambra zu elektriſiren. Die Beſtändigkeit der Pole des Tourmalins, und daß ihre Lage nicht bey dem einen wie bey dem andern iſt, hatte Wilſon Gelegenheit bey mehreren Tourmalinen zu beſtätigen: einige hatten die Pole in den Seiten, andere an den Rändern, andere in einer Diagonallinie in den Winkeln. Dieſe

Pole

Pole änderten ſich auch weder durch Schleifen, noch dadurch, daß man den Stein in's Feuer legte, und ſelbſt glühend machte. Wenn man ihn aber glühend in kaltes Waſſer warf, bekam er viele Riſſe und verlor alle elektriſche Kraft.

Einige Jahre darnach traf Wilſon verſchiedene Steine von ungleicher Farbe und Größe an, welche dem Tourmalin an elektriſchen Eigenſchaften ähnlich waren. Der ſchönſte darunter war wie ein Rubin, andere waren bleicher, und einer fiel in Orangefarbe. Es ward nicht gemeldet, woher ſie wären, alle aber kamen an Glanz und Härte dem Topas am nächſten. Alle hatten die Pole auf verſchiedene Arten gelegen, ohne daß ſich dieſe Lage irgend nach ihrer äußern Geſtalt richtete; ſie mußte ihren Grund in dem innern Bau der Steine haben. Dieſe Sache ward auch einiger Maaßen durch Verſuche erläutert, die man mit dem rohen Tourmalin anſtellte. Herr da Coſta hatte ſich einige ſo genannte Braſiliſche Smaragde verſchafft, eine Art grüner, länglichter, ſchmaler Kryſtalle ohne ordentliche Seiten oder Winkel, aber längshin geſtreift, den Schörlkryſtallen ähnlich. Dieſe rohen Kryſtalle werden von der Wärme, wie der Tourmalin, elektriſch, haben aber allemal die Pole an den Enden der Kryſtalle, ſo daß die Richtung, nach welcher die elektriſche flüſſige Materie durch den Stein geht, durch den Wuchs oder das Korn der Kryſtalle beſtimmt wird. Ein Ende wird poſitiv, das andere negativ. Es wird daher glaublich, daß es ſich bey allen übrigen Tourmalinen auch ſo verhält, und daß ſich die Lage der Pole an den abgebrochenen und geſchliffenen Stücken nach dem Korne der Kryſtallen richtet, wodurch ſich die elektri-

ſche Materie vermuthlich am leichteſten drängt, als in einer Richtung, in der ſie den geringſten Widerſtand findet. Dieſe merkwürdigen Beobachtungen bey Steinen, welche dem Tourmalin ähnlich ſind, hat Wilſon beſchrieben [a]).

Den größten Theil dieſer zerſtreuten Abhandlungen vom Tourmalin hat Aepinus [b]) geſammlet, und zugleich in einem Briefe an den Herzog von Caraffa den Einwurf widerlegt, der gegen die entgegengeſetzten Elektricitäten gemacht worden war. Zuletzt folgen Anmerkungen über Wilſons Brief, die beſonders die vorerwähnte Ungleichheit in der Elektricität des Tourmalins betreffen, wenn der Stein auf einer Seite allein erwärmt wird. Aepinus hat nie eben daſſelbe mit Wilſon gefunden, ob er es gleich auch auf Wilſon's Art verurſacht hat, ſondern ihm ſind allezeit entgegengeſetzte Elektricitäten auf den Seiten des Steins entſtanden, wenn er eine Seite allein erwärmt hat. Alſo hält er ſeine vorige Regel für zuverläſſig, bleibt aber ungewiß, was dieſe Unähnlichkeit der Verſuche veranlaßt hat. Auf dieſe Anmerkungen hat Wilſon geantwortet, und dabey noch mehr erläuternde Verſuche von des Tourmalins elektriſchem Verhalten mitgetheilt. Den erwähnten Unterſchied zwiſchen Aepinus Verſuchen und dem ſeinigen leitet er theils von der ungleichen Größe der Steine, theils von ungleichen Graden der Wärme her. Wilſon's Steine waren ſehr groß, und die elektriſche Kraft ließ ſich in ihnen ſehr leicht erregen. Ein Unterſchied von einem oder ein Paar Graden am Thermometer war hinlänglich, ihre Elektricität

a) Philoſ. Tranſ. Vol. LII. p. 443.

b) Recueil de differents memoires ſur la Tourmaline. à Petersb. 1762. 8.

tät zu erwecken. Ja es war nichts weiter nöthig, als ſie aus einem warmen Zimmer in ein kaltes, oder umgekehrt, zu bringen. Wenn dieß geſchah, ſo war es ſehr merkwürdig, daß 1. wenn der Stein aus der Kälte in die Wärme kam, die rundliche Seite negativ, die platte poſitiv ward; wenn aber 2. der Stein aus warmer Luft in kalte gebracht ward, das Gegentheil erfolgte, die erhabene poſitiv und die flache negativ ward. Auf ſolche Art ward die Elektricität im Tourmalin ſowohl durch Wärme als durch Kälte erregt. Dieß erfolgte eben ſo, nur ſchwächer, bey feuchter Witterung, auch wenn der Stein nur aus Sonnenſchein in Schatten gebracht ward. Alle Zeichen der Elektricität aber verſchwanden, ſobald der Stein einerley Wärme mit dem Zimmer annahm.

Bey einem ſeiner Steine, welcher an allen Seiten platt und faſt ein Parallelepipedum war, nahm er wahr, daß er viel dunkler ausſah, wenn man ihn zwiſchen dem Auge und dem Licht hielt und in der Richtung durchſah, nach welcher die elektriſche Materie gieng, als wenn man durch eben den Stein quer über die vorige Richtung ſah. Eben dieß fand bey vielen Tourmalinen ſtatt, beſonders, wenn ſie eine dazu ſchickliche Geſtalt hatten.

Die wichtigſte Entdeckung über die Elektricität des Tourmalins aber ward vom Herrn Canton gemacht, welcher in einer Abhandlung, die im J. 1759 der königlichen Societät vorgeleſen ward, bemerkte, daß der Tourmalin bloß durch die Verſtärkung oder Verminderung ſeiner Hitze das elektriſche Fluidum von ſich laſſe und in ſich ziehe. Denn wenn der Tourmalin, ſagt er, auf ein plattes Stück heiß gemachtes Glas oder Metall dergeſtalt gelegt wird, daß

jede Seite deſſelben, indem ſie ſenkrecht auf der Oberfläche des erhitzenden Körpers liegt, gleiche Hitze bekommen kann, ſo wird während dem Erhitzen die eine Seite poſitiv und die andere negativ. Eben dergleichen Bewandtniß hat es auch, wenn man ihn aus ſiedendem Waſſer nimmt, und kalt werden läßt.

In dieſer Abhandlung bezieht ſich Canton auf das Gentleman's Magazine vom Herbſtmonat 1758, worin er das Reſultat einiger Verſuche bekannt gemacht hatte, welche von ihm mit demjenigen Tourmalin, den er ſich aus Holland hatte kommen laſſen, angeſtellt worden waren. Seine Sätze ſind folgende:

1. Wenn der Tourmalin nicht elektriſch oder anziehend iſt, ſo wird er es, wenn man ihn heiß macht, ohne Reiben, und die Elektricität der einen Seite deſſelben (A) iſt poſitiv und die Elektricität der andern Seite (B) negativ.

2. Wenn der Tourmalin nicht elektriſch iſt, ſo wird er es beym Erkalten; jedoch mit dem Unterſchiede, daß die Seite A negativ und die Seite B poſitiv wird.

3. Läßt man den Tourmalin in einem unelektriſchen Zuſtande heiß und nachher wieder kalt werden, ohne eine von deſſen Seiten zu berühren, ſo wird während der Zeit der Zu- und Abnahme ſeiner Hitze A poſitiv und B negativ.

4. Die eine Seite des Tourmalins wird durch Reiben poſitiv, und zwar können es beyde zugleich werden. Dieſes, ſagt er, ſind die Hauptgeſetze der

Elek-

Elektricität des wunderbaren Steins; und er fügt hinzu, daß, wenn man annimmt, daß die Luft mit gleichen Eigenſchaften begabt ſey, die poſitiven und negativen Gewitterwolken ſowohl, als auch die Donnerſchläge, ſich leicht erklären laſſen.

Als Canton nachher einige Tourmaline von D. Heberden bekommen hatte, ſo war er im Stande, verſchiedene neue und artige Verſuche damit anzuſtellen, welche Prieſtley in ſeiner Geſchichte der Elektricität anführt.

Er brachte einen Tourmalin, welcher von gewöhnlicher Farbe war, in die Flamme einer Blaſeröhre, brannte denſelben weiß, und fand, daß deſſen elektriſche Eigenſchaft gänzlich entflohen war. Die Elektricität eines andern war durch das Feuer bloß zum Theil vernichtet worden. Zwey andere Tourmaline, welche er an einander gefügt hatte, waren durch das Feuer weich gemacht worden, ohne Zerſtörung der elektriſchen Eigenſchaft. Die Kraft eines andern war durch das Schmelzen deſſelben an dem einen Ende verſtärkt worden, und er fand, daß ein Tourmalin ſeine elektriſche Eigenſchaft behielt, nachdem er zum öftern rothglühend gemacht und in dieſem Zuſtande in kaltes Waſſer gelegt worden war.

Der artigſte ſeiner Verſuche aber ward mit einem großen irregulairen Tourmalin von ohngefähr einem halben Zoll in der Länge angeſtellt, welchen er in drey Stücke zerſchnitt, wobey er einen Theil von dem poſitiven und einen andern von dem negativen Ende nahm. Als er mit jedem dieſer drey Stücke beſonders Verſuche anſtellte, fand er, daß die äußere Seite des Stücks, welches er von demjenigen Ende,

das

das beym Erkalten negativ geweſen war, abgeſchnitten hatte, ebenfalls beym Erkalten negativ, und die äuſsere Seite des Stücks, welches von demjenigen Ende, das beym Erkalten poſitiv war, abgeſchnitten wurde, beym Erkalten ebenfalls poſitiv war; die entgegenſtehenden Seiten beyder Stücke aber befanden ſich, dem allgemeinen Geſetze der Elektricität des Tourmalins gemäß, in einem entgegengeſetzten Zuſtande.

Der mittlere Theil eben deſſelben Tourmalins erlitt eben ſo wenig eine Veränderung, als wenn er ganz war; das poſitive Ende blieb poſitiv, und das negative Ende negativ. Eben daſſelbe hatte er auch an zwey andern Tourmalinen beobachtet, deren jeder ohngefähr gleich groß war, und welche ebenfalls aus einem großen herausgeſchnitten waren.

Endlich ſtellte Canton im Jahr 1762 noch einen Verſuch an, welcher zweyerley entgegengeſetzte Elektricitäten deutlich beweiſen ſollte. Eine kleine blecherne Büchſe mit einem gläſernen Schafte ward mit kochendem Waſſer gefüllt und der Tourmalin hinein gelegt, die Büchſe aber gab nicht das geringſte Zeichen einer Elektricität.

Nach der Zeit haben ſich mit dieſem Gegenſtande vorzüglich Bergmann, Prieſtley und Wilke beſchäftigt. Der Bergmeiſter Cronſtedt ließ für die königl. Schwed. Akademie der Wiſſenſch. von Herrn Quiſt, der ſich damals in Holland aufhielt, einige Tourmaline kommen, mit welchen Torbern Bergmann verſchiedene Verſuche angeſtellt hat. Sein Aufſatz ward im März 1766 vorgeleſen [c]).

Berg-

c) Abhandl. der Schwed. Akad. der Wiſſenſch. B. XXVIII. S. 58. d. d. Ueberſ.

Bergmann bemerkt, daß man ſich bisher geirrt habe, wenn man der Meynung geweſen ſey, die Elektricität, welche der Tourmalin aus kochendem Waſſer gezogen zeigt, ſey durch die Wärme erregt worden. Es finde gerade das Gegentheil ſtatt. Wenn der Stein in kochendes Waſſer gelegt werde, ſo werde er den Augenblick elektriſch; aber das verſchwinde eben ſo bald, theils weil die Materie, die ihn umgiebt, die elektriſche Kraft raube, theils weil der Stein in wenig Sekunden ſelbſt eben ſo viel Wärme annehme. Wenn der Tourmalin vollkommen eben die Wärme erlangt habe, wie die Materie, die ihn umgiebt, ſo würde alle Elektricität bey ihm unmerklich. Und dieß ſey faſt der einzige Umſtand, den der Herzog de Noya Caraffa mit Grund gegen Aepinus anführe, welcher behauptete, die Kraft zeige ſich 6 Stunden nach der Erwärmung noch deutlich. Bergmann aber verſichert mit Gewißheit, daß keiner von ſeinen Steinen dieſe Probe ausgehalten habe.

Da die beyden Herren Wilſon und Aepinus in einem gewiſſen Verſuche nicht einig waren, ſo ſuchte Bergmann die Meynungen beyder zu vereinigen. Wenn nämlich die eine Seite A mehr als die andere B erwärmt wird, ſo behauptet Wilſon: A werde davon im Anfange ſowohl poſitiv werden, als B, aber nach kurzer Zeit werde der letztere umwechſeln und negativ werden. Eben ſo, wenn B mehr als A erwärmt wird, ſagt er, würde man beyde im Anfange negativ finden, aber A würde alsdann in den poſitiven Zuſtand übergehen. Dagegen behauptet Aepinus, in beyden Fällen würde A im Anfange negativ und B poſitiv, und gegen das Ende der erſte

poſi-

poſitiv und der letzte negativ. Er beſtätigt ſeine Meynung durch einige Verſuche, welche Bergmann auf folgende Art prüfte. Er ſagt, der Tourmalin werde auf Kohlenfeuer gelegt, nachher weggenommen und mit eben der Seite auf eine ausgehölte Glasſcheibe gelegt. Bey dieſem Verfahren müſſe der Stein gemeiniglich überall in der Luft zuſammengezogen werden; wenn aber ſeine eine Seite am Glaſe liege, ſo müſſe ſie mehr, als die aufwärts gekehrte, zuſammen gezogen werden, weil das Glas dichter als die Luft ſey, die innere Hitze werde alſo gegen die aufwärts gekehrte Seite getrieben, und verſetze ſie Anfangs in den Zuſtand der Ausbreitung, der aber mit der zufließenden Wärme abnehme, und ſich endlich in Abkühlung verwandle.

Lege man den Tourmalin auf eine gewärmte metallene Platte, ſo habe Aepinus auch gefunden, daß die Elektricitäten der Pole anfänglich einander entgegengeſetzt ſind, welche ſich zeigen, wenn der Stein aus dem kochenden Waſſer genommen werde, und daß ſie nachher umwechſeln, welches alles ganz offenbar mit dem Grundgeſetze übereinſtimme.

Er vermuthet daher, dieſer Zwiſt werde beygelegt werden. Beyder Herren Verſuche ſeyen richtig und übereinſtimmend. Nur in den Erklärungen ſey ein Streit. Beyde leiteten den Erfolg ihres Verſuchs von des Tourmalins ungleicher Erwärmung her, allein ſeiner Meynung nach komme die Hauptſache nicht hierauf an, ſondern der vornehmſte Grund liege in der Wirkung des umgebenden Mittels.

Ueberhaupt, bemerkt er zuletzt: die Elektricität des Tourmalins, in ſo fern ſie von der Wärme oder

Käl-

Kälte herrührt, richte ſich nach einem einzigen Grundgeſetze, und die ihm allein zugehörigen bisher bekannten Eigenſchaften ließen ſich in der That in wenig Zeilen ſagen. Die Veränderungen der äußern Fläche von der umgebenden Materie ſeyen die ſo fruchtbare Urſache aller hier vorkommenden wunderbaren Erſcheinungen.

Wilke [d]) fand, daß in dem Tourmalin nichts ſtärker die Elektricität errege, als reines Queckſilber. Wenn er nur den Stein darauf legte, oder noch beſſer, wenn er ihn an eine Glasröhre kittete und in Queckſilber tauchte, auch etwas ſchnell herauszog, ſo zeigte ſich der Stein überall poſitiv, und das Queckſilber eben ſo ſtark negativ, wenn es mit einer gläſernen Stange in eine hölzerne oder gläſerne Büchſe abgeſondert ward, welches auch Prieſtley im Jahr 1766 wahrgenommen hatte.

Auch gelang es dem Herrn Wilke, dem Tourmalin die Elektricität mitzutheilen, welches der Herzog de Noyas läugnete. Er befeſtigte Tourmaline mit ein wenig Lack an einen langen ſeidenen Faden, und führte dagegen einen Cylinder von Glas oder Schwefel, der 1 Zoll weit und über 1 Fuß lang war. Hiebey ward z. B. der eine Stein in der Entfernung einiger Zolle angezogen, elektriſirt und nachher zurückgeſtoßen, wie eine metallene Kugel, auch zeigte ihn die Probekugel anſehnlich poſitiv vom Glaſe und negativ vom Schwefel. Berührte man den Stein mit dem Finger innerhalb der Atmoſphären dieſer Cylinder, ohne an ſie zu kommen, ſo ward ſeine Elektricität

d) Abhandl. der ſchwed. Akadem. der Wiſſenſch. B. XXX. S. 3. ff. S. 105. ff.

tät in der Nachbarſchaft des Glaſes negativ, aber beym Schwefel poſitiv. Kittete man den Stein an eine Glasröhre und brachte ihn in die Atmoſphären, ſo that er oft denſelben Dienſt, wie der Finger, und leitete die vertheilte Elektricität ab.

Wilke zeigte ſogar, daß der Tourmalin geladen werden könne. Wenn er ganz klein war, ſo geſchahe dieß mit einer lebhaften Glasröhre oder einer Stange Siegellack, die man mehrmal hinter einander gegen eine Seite oder Kante von ihm führte, indem man die andere abgekehrte mit einer ableitenden Spitze berührte. Hier zeigte der Stein, wie gewöhnlich, an dieſen Stellen zugleich entgegengeſetzte Elektricitäten. Noch deutlicher ward der Verſuch, wenn man dieſe Stellen mit dünnen Belegen von Spiegelfolie bedeckte. So könne man den Stein in allen Richtungen laden, am beſten aber nach ſeiner tourmaliniſchen Axe.

Wilke war auch neugierig zu wiſſen, ob es einen gewiſſen Grad Wärme oder Kälte der Luft gebe, bey welchem der Tourmalin die größte Wirkung thäte. Allein er konnte dieß nicht bemerken, vielmehr kam es auf größere und ſchnellere Aenderung der Grade an, ſie mochten über oder unter dem Eispunkte ſeyn. So konnte der Stein 20 bis 30 Grad durchgehen, ohne ein Merkmal der Elektricität zu äußern, wenn die Aenderung langſam erfolgte. Dagegen erregten 10 Grad plötzliche Aenderung die Elektricität. Die einmal erregte Elektricität dauerte ſo lange die Aenderung anhielt. Geſchah ſie ſchnell und behielt der Stein ungeſtört den Grad, welchen er zuletzt bekommen hatte, ſo konnte ſich die Elektricität eine ganze Stunde, ja mehrere Stunden erhalten;

aber bey einer geringen Aenderung, nach dem entgegengeſetzten Grade, nahm ſie ab, und gieng zur entgegengeſetzten Art über.

Aus allen ſeinen Verſuchen, welche er mit dem Tourmalin, in Luft und in gekochtem Waſſer erwärmt, angeſtellt hatte, zog er dieſe Folgen: 1. daß des Tourmalins Elektricität vom Steine ſelbſt herrühre, 2. daß ſie durch reine Kälte und Wärme erregt werde; 3. daß des Steins innerer Bau hiebey mit in Betrachtung zu ziehen ſey. Es müßten daher Wärme und Kälte vermögend ſeyn, durch Zuſammenziehung und Erweiterung der Theile des Steins, welches ihre allgemeinſte Wirkung ſey, des Steins elektriſche Materie in Bewegung zu ſetzen. Warum aber die Kälte gerade die Polarität in die entgegengeſetzte verwandelt, die von der Wärme erregt wird, das laſſe ſich ohne Vorausſetzung nicht wohl erklären. Wenn er den Stein als mit häufiger elektriſcher Materie erfüllt betrachte, die von dem Steine ſtark angezogen und zurückgehalten werde, und annehme, eine Seite oder ein Pol deſſelben ſey für Wärme und Kälte empfindlicher, als der andere, d. i. werde davon ſchneller erweitert und zuſammengezogen, ſo müſſe ſich dieſe Materie in den kegelförmigen Kanälen bald mehr nach der einen, bald mehr nach der andern Seite ziehen, daraus entſtehe in dieſen Theilen ein relativer Mangel oder Ueberfluß, welches nach Franklin's Theorie das weſentlichſte der Ladung und der entgegengeſetzten Elektricitäten ausmache. Man könne eben dieſe Vorausſetzung auf andere Theorien von dem Entgegengeſetzten dieſer Elektricitäten anwenden, und damit ziemlich durch alle Veränderungen des Steins durchkommen. Bey dieſer Veranlaſſung

fügt er noch folgende Frage hinzu: kann man nicht die Atmoſphäre der Erde wie einen großen Tourmalin betrachten, der aus ungleich dichten und elaſtiſchen Schichten beſteht, welche, durch die Sonnenſtrahlen ungleich erweitert, die Zertheilung der elektriſchen Materie und die Elektricität der Atmoſphäre veranlaſſen, die zuerſt in trockener Luft erregt wird und ſich daraus in Wolken ſammlet, welche ſie in ſich ziehen und dazu dienen, das Gleichgewicht, ſowohl in der Luft ſelbſt, als zwiſchen Luft und Erde, wieder herzuſtellen?

Wenn der Tourmalin mit einem mäßigen Brennglaſe erwärmt ward, ſo dauerten die in ihm erregten Elektricitäten lange, und verſchwanden alsdann, wenn nicht die Abkühlung in der Luft, wie zur Winterszeit, ſehr ſtark iſt, die die flache Seite negativ macht.

Beym rohen Kryſtalle zeigten ſich hiebey deutlichere Umwechſelungen. Es bezeichne nämlich A den Pol, der nach dem Herausnehmen aus heißem Waſſer poſitiv, B den, der negativ bekommt, und der Stein werde frey auf das Ende eines aufgerichteten Glasrohrs gelegt. Ward nun

1. der Stein in der Mitte erwärmt, ſo ward der Fleck nicht elektriſch, aber in kurzem ward die Hälfte A negativ, die Hälfte B poſitiv, welches bey dem Abkühlen umwechſelte. Die ſtärkſte Kraft war an den Enden ſelbſt.

2. Wärmte man das äußerſte Ende A, ſo entſtand da ein kleiner lebhafter negativer Fleck, und näher an der Mitte des Steins fand ſich der poſitive Pol, welcher, nachdem der Stein wärmer ward, immer

mer näher nach dem andern Ende B zugieng, wo endlich das Anziehen am ſtärkſten ward.

3. Nahm man den Stein aus der Sonne und kühlte ihn ab, ehe das Ende B ſtark ward, und zwar ſo, daß ſich der poſitive Pol noch in der Mitte befand, ſo zeigte der Stein anfangs drey Pole, einen negativen an jedem Ende, und einen poſitiven in der Mitte, welches ſich zuletzt ſo umkehrte, daß die Hälfte A poſitiv, B negativ ward.

4. Alles dieß erfolgte umgekehrt, wenn das Ende B erwärmt ward. Es ward poſitiv, und der negative Pol ruckte nach dem andern Ende A zu. Beym Abkühlen bekam der Stein drey Pole, da B und A poſitiv, das Mittel aber negativ war, und dieß verwandelte ſich endlich in A poſitiv und in B negativ.

Wenn der Tourmalin durch dichte Körper erwärmt und abgekühlt ward; ſo fanden ſich dabey ſo mannichfaltige Abwechſelungen und Veränderungen, daß es für Herrn Wilke am ſchwerſten war, die Art und Beſchaffenheit des Steins dadurch zu erforſchen. Weil noch niemand dieſer Abwechſelungen Ordnung und Verhalten hinlänglich bemerkt hatte, ſo richtete er ſeine Aufmerkſamkeit vorzüglich auf dieſen Gegenſtand. Allen ſeinen Verſuchen zu Folge glaubte er folgendes beobachtet zu haben.

1. Sowohl der ganze Stein, als jeder ſeiner Theile insbeſondere, wenn ſie durch Kälte oder Wärme elektriſirt werden, müſſen entgegengeſetzte Elektricitäten bekommen, welches bey jeder andern Erregung dieſer Kraft allgemein iſt.

2. Alſo kann in keinem Theile deſſelben die eine Art erregt werden, ohne daß nicht zugleich die derſelben zugehörige andere irgendwo entſteht.

3. Die Lage der Stellen, wo ſich dieſe Elektricitäten zeigen, richtet ſich nach der Axe oder dem Wuchſe des rohen Steins, und auf die Länge dieſer Axe zugleich mit der Geſtalt des Steins kommt es an, ob und wo ſich mehr Pole zeigen können.

4. Das äußerſte der Axen, oder die Polſeiten ſelbſt, haben nach dem Maaße ihrer ungleichen Empfindlichkeit und der daraus folgenden ungleichen Erweiterung und Zuſammenziehung die Eigenſchaften, daß Wärme den einen poſitiv, den andern negativ, Kälte aber den erſten negativ, den andern poſitiv macht.

5. Dieſe Eigenſchaft haben alle Theile im Steine nach eben der Lage oder Richtung der Axe, ſowohl die im Steine feſt ſitzen, als die davon abgeſondert ſind. Daher folgt, daß

6. Wenn der Stein überall gleich erwärmt wird, er nicht mehr als zwey Pole bekommt, weil der mittlern Theile entgegengeſetzte Polaritäten einander aufheben, ſo wie viele kleine zuſammengelegte Magnete einen großen ausmachen, der nur zwey Pole hat.

7. Wird wieder ein Theil gegen den andern ungleich erwärmt oder erkältet, ſo können an verſchiedenen Stellen mehr Polaritäten, wie nach einander folgende Punkte des Magnets, entſtehen. Solchergeſtalt kann der Stein an den Enden gleichartige Pole bekommen, in der Mitte aber einen entgegengeſetzten u. ſ. w.

Ueberdem fand Wilke, daß der Tourmalin, ſo elektriſch er auch ſelbſt wird, doch größern Metal-

tallen keine Elektricität mittheilt, ehe deren andere Seite zugleich berührt wird. Die Urſache, meint er, iſt wahrſcheinlich dieſelbe, welche bey allen geladenen Gläſern ſtatt findet, bey welchen, wenn eine Seite ohne Belegung, die andere aber bloß mit einem großen Leiter verſehen iſt, alle Elektricität ſich zu der Seite hinaus begiebt, wo der geringſte Widerſtand ſtatt findet, aber auch zum erſten Leiter hinausgetrieben wird, wenn die andere Seite einen gleichen oder größern Leiter zum Gegengewichte erhält. Daher könne er nicht mit Bergmann von dem unelektriſchen Zuſtande des Leiters auf die Seite oder den Pol des Steins ſchließen, der darauf liege. Daß dieſer Pol wirklich elektriſch ſey, folge ſchon aus der Art des Tourmalins und der Natur der entgegengeſetzten Elektricitäten, die allemal zugleich entſtehen müßten; erhelle aber auch augenſcheinlich theils beym Aufnehmen des Steins, theils auch daraus, daß das Metall plötzlich elektriſch werde, wenn die Elektricität auf der obern Seite weggenommen wird, welche allein elektriſch ſeyn ſollte, und nun das darunter liegende Metall deſto weniger elektriſiren könnte, da deſſen Elektricität allemal der obern Seite entgegengeſetzt, aber mit der untern gleichartig gefunden werde.

Was das Elektriſiren kleinerer Körper durch den Tourmalin betreffe, ſo ſey dabey keine Schwierigkeit, einzuſehen, daß es theils durch den gewöhnlichen Uebergang, theils durch die Vertheilung in die elektriſche Atmoſphäre des Steins geſchehe.

Glas verhielt ſich anders als Metall, wenn der Tourmalin elektriſirt ward. Ohne Anrühren bekam das Metall keine Kraft, wohl aber das Glas. Berührte man den Stein, ſo war die Art, welche das Me-

tall bekam, der entgegengeſetzt, welche das Glas erhielt.

Uebrigens bemerkt er, daß, wenn er den großen Tourmalin rieb oder auch in einer Glaszange über Kohlen wärmte, und nachher ſchnell mit dem Griffe eines polirten Schlüſſels mehrmal nach einander berührte, derſelbe einen zwar ſtillen aber doch ſehr ſichtbaren Glanz von ſich gab. Auch hat er, obwohl ſelten, knackende oder klare Funken herauskommen ſehen, wenn er ihn zwiſchen Belegungen gebracht hatte, und die Leiter zuſammengefallen waren.

Atmoſphäriſche Elektricität.

Nachdem die Naturforſcher außer Zweifel geſetzt hatten, daß der Blitz bloß eine Wirkung der elektriſchen Materie ſey, ſo kamen ſie auch auf die Vermuthung, daß vielleicht in der Atmoſphäre ſelbſt außer Gewittern Elektricität anzutreffen ſey. Le Monnier [e]) war der erſte, der dieß zum öftern bemerkte. Seine zu St. Germain en Laye angeſtellten Verſuche bewieſen es unläugbar. Noch genauere Verſuche über die Luftelektricität wurden von dem Abbé Mazeas [f]) auf dem Schloſſe Maintenon in den Monaten Junius, Jul. und Oct. 1753 angeſtellt. Er ſpannte nämlich einen 370 Fuß langen eiſernen Drath aus, deſſen Enden 90 Fuß hoch über der Erde an ſeidenen Schnüren hiengen, und der mit einem elektriſchen Drachen verbunden war. Vom 17ten Jun. an, da er mit ſeinen Ver-

e) Obſervat. ſur l'électricité de l'air in den Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1752.

f) Obſerv. upon the electricity of the air, made at the chateau de Maintenon. 1753. in den Philoſ. Tranſ. Vol. XLVIII. no. 57.

Verſuchen den Anfang machte, war die Elektricität der Luft an jedem Tage, vom Sonnenaufgange an bis 7 oder 8 Uhr Abends, merklich; ausgenommen bey feuchter Witterung, da er keine Zeichen der Elektricität wahrnehmen konnte. Bey trockener Witterung zog der Drath kleine Körper, nicht mehr als 3 bis 4 Linien weit, an. Er wiederholte den Verſuch alle Tage mit großer Sorgfalt, und beobachtete beſtändig, daß, wenn ganz und gar kein Gewitter war, die Elektricität einer 2 Zoll langen Stange Siegellack über zweymal ſtärker war, als die Elektricität der Luft. Dieſe Beobachtung veranlaßte ihn, zu ſchließen, daß bey Witterungen von gleicher Trockenheit die Elektricität der Luft allemal gleich ſey.

Es ſchien nicht, als wenn Wind und Sturmwetter die Luftelektricität verſtärkten, wenn kein Gewitter zugleich dabey war; denn er mußte drey Tage lang im Monat Julius, da es überaus und anhaltend windig war, Staub in der Nähe von 4 bis 5 Linien an den Leiter halten, ehe ein merkliches Anziehen wahrzunehmen war. Die Richtung der Winde, es ſey Oſt- oder Weſt- oder Süd- oder Nordwind, verurſachte keine merkliche Veränderung in der Elektricität der Luft, außer wenn die Winde feucht waren.

In den trockenſten Nächten dieſes Sommers konnte er kein Zeichen der Luftelektricität entdecken; hingegen ſtellte ſich dieſelbe des Morgens, wenn die Sonne über dem Horizont zu ſcheinen anfieng, wieder ein, und verſchwand des Abends ohngefähr ½ Stunde nach Sonnenuntergang wieder.

Die ſtärkſte Elektricität der Atmoſphäre in dieſem Sommer ward im Monat Junius an einem über-

aus trockenen Tage, da der Himmel ſehr klar war und die Sonne ſehr heiß ſchien, wahrgenommen. Die Entfernung von 10 bis 12 Linien war alsdann zur Annäherung des Staubes an den Leiter hinreichend, um die Staubtheilchen lothrecht in die Höhe ſteigen zu ſehen, wie Eiſenfeile bey Annäherung eines Magneten.

Am 27. Jun. Nachmittags um 2 Uhr ward er gewahr, daß einige Gewitterwolken über dem Horizonte aufſtiegen, und er begab ſich ſogleich nach ſeinem Apparate. Nachdem er den Staub an den Schlüſſel gehalten hatte, ward derſelbe mit einer Kraſt angezogen, welche immer ſtärker ward, je mehr die Wolken den Scheitelpunkt erreichten. Als ſie nahe über den Drath gekommen waren, ward der Staub mit ſolcher Gewalt zurückgetrieben, daß er von dem Papiere ganz und gar hinwegflog. Er brachte ziemlich ſtarke Funken heraus, ob es gleich weder donnerte noch blitzte. Als die Gewitterwolken gerade über dem Scheitelpunkte ſeines Draths ſtanden, bemerkte er, daß die Elektricität dermaßen ſtark geworden war, daß ſogar der ſeidene Faden leichte Körper 7 bis 8 Zoll weit zog. Dieſe Gewitterwolken blieben ohngefähr zwey Stunden über dem Horizonte ſtehen, ohne daß es donnerte und blitzte; auch verminderte ein ſehr heftiger Regen die Elektricität nicht, außer gegen das Ende, da die Wolken ſich zu vertheilen anfiengen.

Kinnersley [g]) beobachtete, daß, wenn die Luft recht trocken war, ſich allemal eine ziemlich ſtarke Elektricität in derſelben befand, welche ſich ſehr leicht herabbringen ließ. Man laſſe, ſagt er, eine Perſon in einem negativen Zuſtande bey trockener Luft

g) Philoſ. Tranſact. Vol. LIII. P. I. no. 21.

Luft vor der Hausthüre im Finſtern ſtehen, und mit ihrem ausgeſtreckten Arme eine ſpitzige Nadel, mit der Spitze aufwärts, halten, ſo wird man gar bald überzeugt werden, daß ſich Elektricität aus der Luft herabziehen läßt; zwar nicht häufig, denn da ſie nur ein ſchlechter Leiter iſt, ſo ſcheint ſie dieſelbe ungern fahren zu laſſen; doch aber ſammlet ſich etwas davon ganz augenſcheinlich. Da die Luft nahe an dem Körper einer ſolchen Perſon weniger als die natürliche Quantität beſitzt, ſo kann ſie davon nichts entbehren; hält die Perſon aber ihren Arm, wie vorher, in die Höhe, ſo wird etwas aus der entferntern Luft zuſammengebracht, und erſcheint, indem es nach der Spitze der Nadel zuſammenfährt, leuchtend.

Wenn eine negativ elektriſirte Perſon, ſagt er, die Spitze einer Nadel horizontal an eine an Seide aufgehangene Korkkugel hält, ſo wird die Kugel nach der Spitze zu gezogen, bis ſie ſo viel von ihrer natürlichen Quantität von Elektricität fahren gelaſſen hat, daß ſie ſich in einem negativen Zuſtande in einerley Grad mit derjenigen Perſon, welche die Nadel hält, befindet; alsdann begiebt ſie ſich von der Spitze wieder zurück, indem ſie, wie er annimmt, nach einer entgegengeſetzten Richtung von der dichtern Elektricität der Luft hinter ihr angezogen wird. Da aber dieſe Meynung, wie er ſich ſcherzhaft ausdrückt, von der elektriſchen Orthodoxie abzuweichen ſcheint, ſo wünſcht er dieſe Erſcheinungen lieber von der Scharfſinnigkeit ſeines Freundes Franklin, dem er dieſes ſchrieb, auf eine beſſere Art erklärt zu ſehen.

Ob die Elektricität in der Luft bey heller trockener Witterung in der Höhe von zwey- bis dreyhundert Yards eben ſo dicht ſey, als nahe an der Ober-

fläche der Erde, dieß läßt ſich, wie er glaubt, durch Franklin's Verſuch mit dem fliegenden Drachen zur Genüge beſtimmen. Die Schnur, ſagt er, muß inwendig durchaus mit einem ganz dünnen Drathe verſehen ſeyn, und die Enden des Draths, wo die verſchiedenen Längen mit einander vereinigt ſind, müſſen mit einem gewichſten Faden niedergebunden werden, um zu verhindern, daß ſie nicht als Spitzen wirken können.

Als er dieſen Brief ſchrieb, hatte er den Verſuch zweymal angeſtellt, als die Luft ſo trocken war, wie ſie in dieſem Lande jemals ſeyn kann, und ſo klar, daß nicht eine Wolke zu ſehen war. Er fand die Schnur jedesmal in einem geringen Grade poſitiv elektriſch.

Alle dieſe Verſuche aber, welche le Monnier, Mazeas und Kinnersley über die Beſtimmung der Luftelektricität angeſtellt hatten, wurden bey weitem von denjenigen übertroffen, welche Beccaria zum Theil noch vor jenen gemacht hatte.

Er bemerkte h), daß, wenn der Wind ſehr ſtark gieng, ſeine Geräthſchaft kein Zeichen von ſich gab, daß ſie elektriſch geworden wäre. Ueberhaupt fand er, daß bey dreyerley Umſtänden der Atmoſphäre ſich keine Elektricität in ihr äußern wollte: 1. bey windigem und klarem Wetter; 2. wenn der Himmel mit abgeſonderten und ſchwarzen Wolken, welche eine langſame Bewegung hatten, bezogen war; 3. bey ſehr feuchtem Wetter, wobey es nicht wirklich regnete. Bey einem klaren Himmel und ſtillem Wetter nahm er allemal, aber unterbrochene, Zeichen der Elek-

h) Lettere dell' elettriciſmo p. 106. ſqq.

Elektricität wahr. Bey regnerichter Witterung ohne Blitzen ward ſeine Geräthſchaft allemal kurz vorher, ehe der Regel fiel, und ſo lang es regnete elektriſch; kurz vorher aber, ehe der Regen vorbey war, hörte ſie auf, elektriſch zu ſeyn.

Je höher ſeine Ruthen reichten, oder ſeine Drachen flogen, deſto ſtärkere Zeichen gaben ſie von ſich, daß ſie elektriſch geworden waren. Auch längere Stricke oder Schnüre, welche in die freye Luft ausgeſtreckt und iſolirt waren, bekamen die Elektricität geſchwinder, als diejenigen, welche kürzer waren. Eine Schnur, welche 1500 Pariſ. Fuß lang und über den Po-Fluß ausgeſpannt war, ward während einem Platzregen ohne Gewitter eben ſo ſtark elektriſch, als eine metallene Ruthe, welche zur Ableitung des Blitzes in ſeinem Hauſe diente, bey einem Gewitter je geworden war.

Als er zwey Ruthen zur Ableitung des Blitzes in ſeinem Hauſe hatte, welche 140 Fuß von einander ſtanden, ſo bemerkte er, daß, wenn er aus der höhern einen Funken herauslockte, der Funke aus der andern, welche 30 Fuß niedriger war, in demſelben Augenblicke geſchwächt ward; jedoch, welches merkwürdig war, lebte ihre Kraft wieder auf, ungeachtet er ſeine Hand an der erſtern hielt.

Er glaubte, daß die der Luft mitgetheilte Elektricität bisweilen kleine Funken an ſeine Geräthſchaft abgebe, indem die Luft die Elektricität, welche ſie erhalten hat, ſehr langſam fahren läßt, und daß daher das Gleichgewicht der elektriſchen Materie in der Luft nicht ſo geſchwind wiederhergeſtellt werde, als in der Erde und den Wolken.

Unter die Wirkungen einer mäßigen Elektricität in der Atmoſphäre rechnet Beccaria den Regen, Hagel und Schnee. Regenwolken entſtehen ſeiner Meynung nach auf eben die Art, wie Donnerwolken, nur durch eine gemäßigtere Elektricität. Er beſchreibt dieſelben ausführlich, und die Aehnlichkeit, welche alle ihre Erſcheinungen mit der Erſcheinung der Donnerwolken haben, iſt in der That ſehr groß.

Er merkt verſchiedene Umſtände von Regen ohne Gewitter an, welche es ſehr wahrſcheinlich machen, daß derſelbe durch eben die Urſache hervorgebracht werde, als wenn er von einem Gewitter begleitet iſt. Licht hat man zwiſchen den Wolken des Nachts bey regnerichter Witterung wahrgenommen; und man ſieht ſogar bey Tage Regenwolken, welche einen hellen Glanz an ſich haben, ohne daß derſelbe von der Sonne herrührt. Die Gleichförmigkeit, mit welcher ſich die Wolken ausbreiten, und mit welcher der Regen fällt, hält er für augenſcheinliche Beweiſe einer gleichförmigen Urſache, dergleichen die Elektricität iſt. Der Grad der Stärke der Elektricität an ſeiner Geräthſchaft ſtand gemeiniglich mit der Quantität des zu derſelben Zeit gefallenen Regens in einem ziemlich genauen Verhältniſſe. Daß ſeine Geräthſchaft während dem Regen nicht allemal elektriſch geworden iſt, daraus läßt ſich nichts folgern, wodurch ſein Satz über den Haufen geſtoßen würde. Denn ſelbſt beym Gewitter iſt ſie mannichmal nicht elektriſch geworden. Aus ſeiner allgemeinen Theorie folgt wirklich, daß die Elektricität ſeiner Geräthſchaft nicht allemal der Elektricität der Wolken gemäß ſeyn konnte, indem ſie einiger Maaßen von der Lage des Beobachtungsorts in Anſehung derjenigen Theile der Erde oder

Wol-

Wolken, welche elektriſches Feuer geben oder nehmen, abhangen mußte. Dieß ward durch eine gewiſſe Beobachtung beſtätigt, welche er an einer Gewitterwolke machte, die über ſein Obſervatorium vorüber zog. Bey Annäherung derſelben ward ſeine Geräthſchaft poſitiv elektriſch; als ſie gerade über ihm ſtand, hörten alle Zeichen der Elektricität auf, und als ſie vorüber war, ward ſeine Geräthſchaft negativ elektriſch.

Bisweilen hat man alle Erſcheinungen des Donners, Blitzes, Hagels, Regens, Schnees und Windes zu gleicher Zeit und auf einmal beobachtet, zum Beweiſe, daß dieſe Erſcheinungen insgeſammt mit einer gewiſſen gemeinſchaftlichen Urſache in Verbindung ſtehen.

Beccaria nimmt daher an, daß vor dem Regen eine Quantität elektriſcher Materie aus der Erde an ſolchen Orten, wo ſie ſich im Ueberfluſſe befindet, herausfahre, und bey ihrem Hinaufſteigen in die höhern Luftgegenden eine große Quantität Dünſte ſammle und mit ſich nehme. Dieſelbe Urſache, welche ſie ſammlet, verdichtet ſie auch mehr und mehr, bis ſie an den Orten, wo ſie einander am nächſten kommen, einander faſt berühren, ſo daß ſie kleine Tropfen darſtellen, welche, indem ſie ſich beym Herabfallen mit andern vereinigen, in Regen herabkommen. Der Regen iſt um ſo viel heftiger, je ſtärker die Elektricität iſt, und je näher die Regenwolke einer Gewitterwolke kommt.

Er machte die Erſcheinung der Regenwolken dadurch nach, daß er ſich ſelbſt zwiſchen dem Reibzeuge und Leiter ſeiner elektriſchen Maſchine iſolirte, und mit der einen Hand aus einem an dem Leiter befeſtigten und

eine glühende Kohle enthaltenden Löffel Geigenharz herabtröpfeln ließ, während ſeine andere Hand mit dem Reibzeuge communicirte. Unter dieſen Umſtänden verbreitete ſich der Rauch längs ſeinem Arm, und nach und nach über ſeinen ganzen Leib, bis er zur andern mit dem Reibzeuge communicirenden Hand gelangte. Die untere Fläche dieſes Rauchs war allenthalben mit ſeinen Kleidern parallel, und die obere, gleich den Donner- und Regenwolken, geſchwollen und gewölbt. Auf dieſe Art glaubt er, daß die Wolken, welche Regen bringen, ſich von den Theilen der Erde, welche einen Ueberfluß von elektriſchem Feuer beſitzen, nach denjenigen verbreiten, welche davon erſchöpft ſind, und, indem ſie ihren Regen abgeben, das Gleichgewicht zwiſchen denſelben wieder herſtellen.

Nach Beccaria's Meynung laſſen ſich aus der der Luft mitgetheilten Elektricität, indem jene die letztere ſowohl annimmt, als auch langſam wieder fahren läßt, die Zurückhaltung der Dämpfe bey einem klaren Himmel, die kleinern zertrennten Wolken, welche ſich in keinen Regen ergießen, die noch kleinern und leichtern Wolken in den höhern Gegenden der Luft, worauf die Elektricität keine ſonderliche Wirkung hervorbringt, imgleichen die dunkelern, ſchwerern und trägern Wolken in den niedrigern Gegenden, welche mehr davon an ſich behalten, erklären. Der Grad der Elektricität, welchen er der Luft ſeines Zimmers, ungeachtet dieſelbe den Fußboden, die Wände u. ſ. berührte, beyzubringen vermögend war, machte dieſes, ſeiner Meynung nach, nicht nur möglich, ſondern auch wahrſcheinlich.

Er glaubte ſogar, daß einige Veränderung in dem Gewichte der Luft vielleicht durch die Elektricität

tät

tät derſelben verurſacht wurde. Er bemerkte, daß ſein Barometer bey einem Blitze ſofort fiel; jedoch erkannte er, daß dieſer Umſtand noch kein hinlänglicher Grund ſey, anzunehmen, daß ſich eine ſtarke Veränderung der Höhe des Barometers durch Elektricität erklären laſſe. Dagegen aber glaubte er, daß die Erſcheinungen des Regens die Meynung, daß die elektriſche Materie in der Luft den Druck derſelben einiger Maaßen vermindere, begünſtigten. Denn wenn die elektriſche Materie in der Luft die Dünſte wirklich ſammlet und verdichtet, ſo ſteht alsdann das Barometer am niedrigſten. Wenn zwiſchen der Erde und den Wolken eine Verbindung durch den Regen entſtanden iſt, ſo fängt das Queckſilber an, zu ſteigen, indem die elektriſche Materie, welche einen Theil des Drucks unterſtützte, entladen wird. Und eben dieſes, ſagt er, muß nothwendig erfolgen, die Elektricität in der Luft mag poſitiv oder negativ ſeyn.

Hagel entſteht, wie Beccaria behauptet, in den höhern Gegenden der Luft, wo die Kälte heftig und die elektriſche Materie ſehr häufig iſt. Bey dieſen Umſtänden werden ſehr viele Waſſertheilchen nahe an einander gebracht, woſelbſt ſie gefrieren, und bey ihrem Herabfallen andere Theilchen mit ſich nehmen, ſo daß die Dichtigkeit der Subſtanz des Hagelkorns von dem Mittelpunkte an immer geringer wird, da dieſer zuerſt in den obern Gegenden entſtanden iſt, und in den niedrigern ſich die Oberfläche anſammlet. Dieſem zu Folge pflegen gemeiniglich auf Gebirgen Hagelkörner ſowohl als Regentropfen ſehr klein zu ſeyn; weil daſelbſt nur wenig Raum iſt, durch welchen ſie hindurchfallen, und dadurch ihre Größe vermehren könnten. Regentropfen und

Hagel-

Hagelkörner kommen auch darin mit einander überein, daß ſie um deſto größer zu ſeyn pflegen, je ſtärker die Elektricität iſt, welche ſie hervorbringt. Bewegung befördert bekannter Maaßen das Gefrieren: und auf gleiche Art mag vielleicht auch die ſchnelle Bewegung der elektriſch gewordenen Wolken dieſe Wirkung in der Luft befördern. Schneewolken ſind von Regenwolken in nichts weiter, als in dem Grade der Kälte, welche das Gefrieren verurſacht, verſchieden. Sowohl die regulaire Verbreitung des Schnees, als auch die Regelmäßigkeit in der Structur der Theile, woraus er beſteht, beweiſen, daß die Schneewolken durch eine gewiſſe einförmige Urſache, dergleichen die Elektricität iſt, hervorgebracht werden. Er bemüht ſich ſogar, ganz beſonders zu zeigen, auf welche Art gewiſſe Schneegeſtalten durch die einförmige Wirkung der Elektricität entſtehen. Alle dieſe Muthmaßungen über die Urſache des Hagels und Schnees wurden durch ſeine Wahrnehmungen beſtätigt, nach welchen ſeine Geräthſchaft, beym Schnee ſowohl als Regen, allemal elektriſch ward.

Eine ſtärkere Elektricität bringt die Hageltheile weit dichter an einander, als es die gemäßigtere Elektricität bey den Schneetheilen thut. Auf gleiche Art bemerkt man, daß Donnerwolken weit dichter ſind, als diejenigen, welche bloß Regen bringen; und die Regentropfen ſind verhältnißmäßig größer, ungeachtet ſie öfters nicht ſo hoch herabfallen.

Beobachtungen über den Gebrauch der ſogenannten Blitzableiter.

Franklin war der erſte, welcher nach ſeiner Entdeckung der Gleichheit des Blitzes mit der Elektricität

tricität ſie ſogleich zur Beſchützung der Gebäude gegen die Donnerwetter anwandte. In ſeinen Briefen von der Elektricität gedenkt er der Kraft der Spitzen [i]), welche elektriſirten Körpern ihre Elektricität allmählig und ohne Funken entziehen, und ſetzt hinzu, man werde davon einen ſehr nützlichen Gebrauch zur Beſchützung der Gebäude machen können. Man müßte, ſagt er, anfangen, auf die höchſten Theile der Gebäude aufrecht ſtehende eiſerne Stangen zu befeſtigen. Dieſe müßten ſo ſcharf als Nadeln gemacht, und, dem Roſte vorzubeugen, vergoldet werden. Von dem untern Ende dieſer Stangen müßte man außen an dem Gebäude einen Drath bis in die Erde herunter gehen laſſen; bey Schiffen aber müßte dieſer Drath an einem der Maſtſeile herunter und von da in's Waſſer geleitet werden. Dieſe ſpitzigen Stangen würden vermuthlich das elektriſche Feuer aus einer Wolke ſchon weit eher ganz ſtillſchweigend abführen, als dieſelbe zum Schlagen nahe genug käme, und würden uns hierdurch vor dieſem plötzlichen und ſchrecklichen Unglücke in Sicherheit ſtellen.

In einem andern im Sept. 1753. geſchriebenen Briefe erklärt ſich Franklin hierüber noch ausführlicher. Er behauptet, der Blitz nehme ſeinen Weg jederzeit durch alle leitende Körper, die er finden könne. Er explodire nur dann, wenn die leitenden Körper die Materie geſchwinder empfangen, als ſie ſie wieder abgeben könnten, d. i. wenn ſie getheilt, getrennt, zu klein oder zu ſchlechte Leiter ſind. Daher würden ununterbrochene Metallſtangen von hinreichender Dicke entweder die Exploſion ganz verhüten, oder, wenn ſie zwiſchen

i) Nach Wilke'ns Ueberſetz. S. 87. 163. f.

zwiſchen der Spitze ſelbſt und den Wolken entſtanden wäre, wenigſtens ſo weit die Stange reichte fortleiten. Er glaubt, daß Stangen von $\frac{1}{4}$ Zoll Durchmeſſer dazu hinreichend ſeyn würden. Alle dieſe und andere Vorſchläge und Muthmaßungen trägt Franklin mit einer nachahmungswürdigen Beſcheidenheit vor. Viele dieſer Gedanken, ſagt er, ſind noch roh. Suchte ich bloß meinen Ruhm, ſo müßte ich ſie bey mir behalten und reifer werden laſſen. Aber oft ermuntern auch unvollkommene Winke zu tiefern Unterſuchungen; und es iſt viel wichtiger, daß die Erkenntniß wachſe, als daß ich für einen großen Phyſiker gehalten werde.

Die Franklin'ſche Theorie der Blitzableiter gründet ſich auf zwey Sätze, welche Franklin theils durch elektriſche Verſuche, theils durch Erfahrungen von Wetterſchlägen beſtätigt hatte. Der erſte Satz iſt dieſer: Eine ununterbrochene metalliſche Leitung führt den Blitz ohne Beſchädigung anderer Körper bis an ihr Ende herab; der zweyte: metalliſche Spitzen beſitzen das Vermögen, die Elektricität allmählig ohne Funken und Schlag abzuleiten.

Der erſte Satz iſt durch Erfahrungen lange vor Franklin hinreichend beſtätigt worden. Reimarus führt aus den Breslauer Sammlungen eine Beobachtung des D. Reimann zu Epperies in Ungarn vom 17. Jul. 1717. an, wobey bemerkt wird, daß der Blitz an verſchiedenen Dräthen herab dem Eiſen nach gefahren ſey, und nur beym Uebergange aus einem Drathe in den andern die dazwiſchen liegenden Steine zerſchmettert habe. Der Urheber dieſer Beobachtung vermuthet hieraus eine ſonderbare Sympathie des Blitzes mit dem Eiſen, weil im Jahre 1673

der Bliz ebendaſelbſt an einem eiſernen Drathe, welcher damals länger geweſen, ohne daß ihm der Stein entgegen ſtand, bis zu unterſt herabgefahren ſey.

Franklin ſelbſt meldet in einem an Dalibard am 29ten Jun. 1755. aus Philadelphia abgelaſſenen Schreiben von den an der Kirche zu Newbury in Neu-England beobachteten Wirkungen des Blitzes, daß ein Drath, welcher nicht dicker als eine gemeine Stricknadel iſt, einen Blitzſtrahl wirklich ableitete, ohne den geringſten Theil des Gebäudes, ſo weit er gieng, zu beſchädigen; ungeachtet die Gewalt deſſelben ſo ſtark war, daß von dem Ende des Draths an nach dem Erdboden herab der Thurm gar ſehr zerſpalten und beſchädigt, einige Steine, ſogar in dem Grunde, völlig herausgeriſſen und 20 bis 30 Fuß weggeſchleudert waren. Indeſſen konnte man von dem Drathe nicht das geringſte, außer ohngefähr 2 Zoll von jedem Ende, finden, indem das übrige ſich bey der Exploſion verloren hatte, und deſſen Theilchen, wie ſich Franklin ausdrückt, ſo wie Schießpulver durch gemeines Feuer, in Rauch und Luft verjagt worden waren. Der Drath hatte bloß eine ſchwarze Spur an dem Kalke der Wand 3 bis 4 Zoll breit zurückgelaſſen. Aus den Umſtänden dieſer Begebenheit erhellte offenbar, daß, wenn der Drath bis an den Fuß des Gebäudes herabgegangen wäre, der ganze Schlag ohne die geringſte Beſchädigung deſſelben, obgleich der Drath vernichtet worden, abgeleitet worden wäre.

Durch den zweyten Satz ſuchte Franklin ſogar die Kraft der Wolke zu vernichten und den Schlag ſelbſt zu vermeiden. Daher kam der Vorſchlag, den obern Theil der metalliſchen Verbindung aus einer

zugeſpitzten Stange beſtehen zu laſſen, indem dieſe vermöge der Natur der Spitzen die Elektricität der Wolke ſelbſt angreiſe, ſie in der Stille abführe, und auf dieſe Art in den meiſten Fällen gar nicht zum Schlage kommen laſſe.

In Deutſchland hat Winkler [k]) die erſten Vorſchläge zur Anlegung der Blitzableiter gethan. Er rieth, auf den Gypfel des Gebäudes eine iſolirte Stange zu ſetzen, und an dieſe eine lange Kette oder einen 3 Linien dicken Drath zu hängen, welcher weit vom Gebäude hinweg durch die freye Luft gezogen und endlich an einen Pflock in der Erde befeſtigt würde. Die erſte in Deutſchland ausgeführte Ableitungsmaſchine iſt wohl die des Procopius Diviſch in Mähren [l]), welcher bereits im Jahre 1754. eine Blitzableitung errichtete, und zu Prendiz bey Znaym am 9. und 10. Jul. deſſelben Jahrs Gewitterwolken, die darüber hinzogen, ſich zertheilen ſah. Die Einrichtung der Maſchine iſt nicht genau bekannt, es wird aber von weißen Strahlen geredet, welche ſich von der Wolke nach ihr erſtreckt hätten, ſie ſcheint daher zugeſpitzte Stangen gehabt zu haben, auch tragbar geweſen zu ſeyn. In England iſt der erſte Ableiter im Jahre 1762 zu Payneshill von D. Watſon, und in Hamburg 1769 einer am Jacobithurme errichtet worden.

Die zugeſpitzten Leiter haben an Wilſon [m]) einen ſehr heftigen Gegner gefunden. Er ſetzt ihnen ent-

k) Progr. de vertendi fulminis artificio. Lipſ. 1753. 4.

l) *Muſſchenbroek* introduct. ad philoſ. natur. Tom. II. §. 2543.

m) Philoſ. Tranſ. Vol. LIV. p. 234.

entgegen, daß ſie den Bliß herbeylockten, und nimmt zum Grundſaße an, man müſſe ein ſo gefährliches Element, als die elektriſche Materie, nicht einladen, ſondern vielmehr durch geſchickte Leiter abführen, welche die herbeykommende Quantität deſſelben ſo wenig als möglich vermehrten. Er thut daher den Vorſchlag, über die Gebäude nicht das geringſte Metall hervorragen zu laſſen, ſondern inwendig, 1 oder 2 Fuß vom Gibel, eine ſtumpfgeendete oder mit einer Kugel verſehene Stange von Metall längs der Mauer bis in den feuchten Erdboden hinabzuführen.

Beccaria [n]) aber erklärte ſich ſehr lebhaft gegen Wilſon's Meynung. Er führte an, daß kein Metall mehr elektriſche Materie anziehe, als es zu leiten vermöge; er rieth vielmehr an, man ſolle bey einem großen Gebäude ſogar mehrere zugeſpißte Leiter an verſchiedenen Ecken anbringen.

Medicinische Elektricität und einige Beobachtungen der Elektricität bey dem Wachsthum der Pflanzen.

Die Naturforſcher und Aerzte kamen nicht eher auf den Gedanken, daß vielleicht die Elektricität ſowohl zur Heilung mancherley Krankheiten als auch zur Beförderung des Wachsthums der Pflanzen dienen könne, als nachdem ſchon die Lehre der Elektricität merkliche Fortſchritte gemacht hatte.

Gewöhnlich wird Kraßenſtein [o]) als der erſte angeführt, welcher im Jahre 1744 zu Halle die Lähmung eines Fingers bey einem Frauenzimmer in Zeit von

n) Lettere dell' elettriciſmo. p. 278.

o) Gralath Geſchichte d. Elektricität Abſchn. 1. S. 294. f.

von einer Viertelſtunde durch Elektriſiren geheilt hat. Auch brachte er zwey gelähmte Finger eines Gelehrten durch einmaliges Elektriſiren dermaßen wieder zurecht, daß dieſer damit auf dem Klaviere ſpielen konnte, welches er vorher zu thun unvermögend geweſen war. Ueberdem hat er auch während des Elektriſirens nach einer Sekundenuhr die Geſchwindigkeit des Pulſes beobachtet, und gefunden, daß derſelbe im Anfange 88, nachher aber 96mal ſchlug, da er vor dem Elektriſiren nicht mehr als 80 zählen konnte.

Im Jahre 1748 heilte Jallabert p) zu Genf eine durch den Schlag eines Hammers entſtandene Lähmung am Arme eines Schloſſers, welcher ſeit 15 Jahren alle Empfindung daran verloren hatte. Er ward zum öftern elektriſirt; es wurden Funken aus dem Arme herausgelockt, und bisweilen ein Erſchütterungsſchlag durch denſelben gelaſſen.

Hierdurch ward de Sauvages q) zu Montpellier veranlaßt, dieſe Curen zu vervielfältigen. Zwey bis drey Monate nach einander wurden zwanzig verſchiedene Patienten alle Tage elektriſirt. Bey dem Verfolge dieſer Verſuche fand man mittelſt genauer mit einem Pendel angeſtellter Beobachtungen, daß das Elektriſiren den Kreislauf des Bluts ungefähr um ein Sechstel vermehre.

Einer der erſten, welche auf die mediciniſche Anwendung der Elektricität aufmerkſam waren, war der Böhme D. Bohadſch r), welcher in einer mediciniſchen

p) Experiences &c. p. 143.

q) Hiſtoire generale et particul. de l'électricité. P. III. p. 36.

r) Philoſ. Tranſ. Vol. L. P. I. p. 392.

niſchen Abhandlung nach vielen angeſtellten Erfahrungen ſich dahin erklärt, daß unter allen Krankheiten die nicht ganz vollkommene Lähmung der wichtigſte Gegenſtand der Elektricität zu ſeyn ſcheine. Auch glaubte er, daß ſie in kalten Fibern von Nutzen ſeyn dürfte.

Nach der Zeit ſind mehrere Perſonen, welchen ähnliche Zufälle zugeſtoßen waren, mit Hülfe der Elektricität glücklich geheilt worden. Des Abts Nollet[s]) Verſuche bey Lähmungen wollten aber nicht allemal den erwünſchten Erfolg thun. Indeſſen bemerkt er, daß er in den 15 oder 16 Jahren, da er verſchiedene Perſonen zu elektriſiren hatte, keine einzige ſchlimme Wirkung kennen gelernt habe, welche Jemand davon verſpürt hätte.

Eine unſchickliche Wahl der Behandlung verurſachte damals, daß die Proben nicht ſtets ſo ausfielen, wie man wünſchte, unſtreitig darum, weil man die Kranken durch allzuſtarke Funken und Schläge aufs heftigſte angriff und faſt mißhandelte. Daher wurden die Meynungen gar ſehr getheilt, und häufige Streitſchriften gewechſelt. D. Hart[t]) und Franklin[u]) führen Beyſpiele an, wo die Elektricität nicht geholfen, ſondern ſogar geſchadet haben ſoll. Vielleicht, ſagt Franklin, wäre ein bleibender Nutzen zu erhalten geweſen, wenn die elektriſchen Erſchütterungen mit dem Gebrauche dienlicher Arzeneymittel und einem gehörigen Verhalten, unter der Aufſicht eines

s) Recherches ſur l'électricité. p. 412.

t) Philoſ. Tranſ. Vol. XLVIII. P. II. p. 786.

u) Ibid. Vol. L. P. II. p. 481.

eines geſchickten Arztes, begleitet geweſen wären. Auch glaubte er, daß mehrere kleinere Erſchütterungen vielleicht dienlicher geweſen wären, als die wenigen großen, welche er beybrachte.

Lovet x) ſchlug zuerſt eine gelindere Behandlung durch einfaches Elektriſiren, Funken und höchſtens ſchwache Erſchütterungen vor, und verrichtete auf dieſem Wege, ſo wie der berühmte Weſley, eine große Menge glücklicher Curen.

Auch der Pfarrer bey Walda in Nordholland, Hiortberg y), hat auf dieſe Art ſechs Jahre hindurch einer Menge Perſonen, welche taub, contrakt, und mit der Colik, mit dem malo iſchiatico, mit dem Bandwurm, mit Zahnſchmerzen, Kopfſchmerzen und der Gicht beladen waren, zu ihrer Geſundheit verholfen. Er bemerkt als eine allgemeine gute Anzeige von der Wirkung der Elektricität, wenn ſich unter der Operation ſogleich ein Schweiß einfindet, die Kranken anfangen zu zittern, bald den Urin laſſen wollen, ungewöhnliche Wärme empfinden, Stechen u. a. Bewegungen in den leidenden Stellen haben, im ganzen Körper aber eine Art von Leichtigkeit fühlen.

Ferner erklärt ſich auch de Haen z) gar ſehr für den mediciniſchen Gebrauch der Elektricität, wovon übrigens Ferguſon a) und Hartmann b) viele vortheilhafte Beyſpiele anführen.

Es

x) Electricity rendered uſeful. Lond. 1760. 8.

y) Abhandl. der Schwed. Akad. d. Wiſſenſch. B. XXVII. S. 200. d. Ueberſ.

z) Ratio medendi. Vol. I. p. 234.

a) Introd. to electricity. Lond. 1770. 8. ſect. 6.

b) Die angewandte Elektricität bey Krankheiten des menſchl. Körpers. Hannover 1770. 8.

Es iſt bereits oben angeführt, daß Maymbrai zu Edinburg, Nollet, Jallabert, Boſe und Menon Verſuche mit verſchiedenen Pflanzen und Bäumen angeſtellt, und daraus geſchloſſen haben, daß die Elektricität das Wachsthum der Pflanzen ungemein befördere. Selbſt Pivati glaubte durch Verſuche gefunden zu haben, daß die Elektricität eine ungewöhnlich ſtarke Ausdünſtung der Gewächſe verurſache. Um alle dieſe angeführten Wirkungen der Elektricität auf die Vegetation näher zu prüfen, unternahm es Runeberg [c]), Verſuche dieſer Art im Jahre 1754 zu Stockholm mit der größten Genauigkeit anzuſtellen.

Er ſteckte am 4ten Jul. 16 Knackmandeln, 10 in zwey hölzerne Kiſten, in jeder die Hälfte, und 6 in zwey unglaſirte ſteinerne Scherben, auch in jedem die Hälfte, alle gleich tief. Von dieſen elektriſirte er eine hölzerne Kiſte und einen ſteinernen Scherben; die andere Kiſte und der andere Scherben ſtanden allemal unelektriſirt dabey. Beyde Kiſten waren aufs genaueſte von einer Größe, und eben ſo beyde Scherben. Zugleich ſteckte er 8 Gerſten- und 16 Hanfſaamenkörner, von welchen er die Hälfte jeder Art elektriſirte. Am 8ten Jul. kamen das Getraide und die Hanfſtauden in den elektriſirten Gefäßen hervor, aber in den unelektriſirten noch nicht, den 9ten kamen ſie in den unelektriſirten hervor, obgleich beyde Arten viel zarter waren, als die elektriſirten.

Am 15ten Jul. wurden vier blaue Mayskörner, zwey in die elektriſirte und zwey in die unelektriſirte Kiſte geſteckt.

Bis-

c) Abhandl. der ſchwed. Akad. der Wiſſ. B. XIX. S. 15. d. d. Ueberſ.

Bisher waren die elektriſirten Getraidepflanzen und Hanfſtengel länger und ſtärker, als die unelektriſirten, nun aber fiengen die unelektriſirten an, jenen nachzukommen.

Am 29ten Jul. zeigte ſich in dem elektriſirten Scherben die Erde an zwey Stellen erhöht, und es kamen zwey Mandelpflanzen hervor. Auch in der elektriſirten Kiſte zeigten ſich zwey Mandelknospen. Erſt 11 Tage ſpäter zeigte ſich zuerſt eine unelektriſirte Mandelpflanze; dagegen war der Hanfſaamen in dem elektriſirten Scherben gar nicht aufgegangen; ſo wie ſich auch am 12ten Aug. die elektriſirten Mayskörner noch nicht zeigten.

Ueberhaupt ergab ſich aus der Fortſetzung ſeiner Verſuche: 1. daß die elektriſirten Pflanzen wohl eher aufkommen, und meiſtens ſchneller fortſchießen, aber ob dieſe Beſchleunigung von der Elektricität verurſacht worden iſt, müßten mehrere Verſuche ausmachen. 2. daß mehr Mandeln von den elektriſirten, als von den unelektriſirten aufgekommen ſind. 3. daß nur eine einzige von den elektriſirten Mandeln innerhalb 24 Stunden den ſtärkſten Trieb hatte. 4. daß keine der unelektriſirten Pflanzen die Höhe erreicht hat, welche zwey der elektriſirten erreicht haben. 5. daß der elektriſirten Pflanzen Wachsthum abgenommen hat, nachdem die Kälte zugenommen und die Elektricität abgenommen hat. 6. daß die elektriſirten Pflanzen eben ſo ſtark und anſehnlich geworden ſind, als die unelektriſirten. 7. das mittlere Wachsthum aller elektriſirten Pflanzen iſt $82\frac{1}{2}$, und das Mittel der unelektriſirten nur $53\frac{2}{3}$ Linien, in gleicher Zeit, während die erſten 491mal elektriſirt worden ſind.

Uebri-

Uebrigens hat er oft, neben dieſen Verſuchen, Blumen von verſchiedener Art elektriſirt, ohne daß er Pivati's Erfahrung hätte richtig finden können, daß nämlich die Elektricität eine ungewöhnliche Ausdünſtung der Salze verurſache. Denn eine Blume hat ihm in gleichen Entfernungen bey der ſtärkſten Elektriſirung doch nicht ſtärker gerochen, als ohne die Elektricität, und das müßte doch geſchehen, wenn die Elektricität die Wirkung hätte, welche ihr Pivati zuſchreibt.

Vermiſchte Verſuche und Entdeckungen.

Es iſt unter den Elektriſirern geſtritten worden, ob die elektriſche Materie durch das Glas hindurchdringe. Wilſon behauptete [d]), daß ſie in gewiſſen Fällen für das Glas durchdringlich, in andern aber undurchdringlich ſey. Er bewieß dieß durch folgende Verſuche:

Eine große Glasſcheibe, welche auf beyden Seiten polirt war, ward aufrecht auf einem Rande befeſtigt, und $\frac{2}{10}$ Zoll von ihrer Mitte ſtellte man einen elfenbeinernen Leiter, an dem zwey Kugeln von Holz aus dem Kerne des Baums hiengen, er ſtand auf einem hölzernen Fuße. Ward nun das Glas etwas wärmer als die da herum befindliche Luft gemacht, und die Seite, welche vom Leiter abgewandt war, mit dem Finger gerieben, ſo wurden beyde Seiten poſitiv elektriſirt, und eben ſo der Leiter, nachdem er von der Scheibe abgeſondert worden war. Alſo gieng die elektriſche Materie aus dem Finger ins

d) Philoſ. Tranſ. Vol. LI. P. II. p. 698. und Abhandl. der ſchwed. Akad. der Wiſſenſch. B. XXIII. S. 323. d. deutſ. Ueberſ.

ins Glas, und durch ſelbiges ins Elfenbein, welches, ſeiner Meynung nach, unläugbar erhellt, wenn man Glas mit einem Stückchen auf Lack befeſtigtes Silber reibt; denn da wird das Silber negativ und das Glas auf beyden Seiten poſitiv elektriſirt. Es giebt daher, ſagt er, Umſtände, in welchen die elektriſche Materie durch das Glas geht, aber unter andern Umſtänden geſchieht ſolches nicht, wie bey der Leydenſchen Flaſche, welche nichts durchläßt.

Der Unterſchied rührt, ſeinen Gedanken nach, von der Materie her, welche die äußere Fläche des Körpers umgiebt. Dieſer Materie Widerſtand wird an einer polirten Fläche ohne Belegung von der elektriſchen Materie, die nach dem Glaſe zu geführt wird, nicht überwunden, und da das Glas auf beyden Seiten poſitiv elektriſirt. Iſt aber das Glas gehörig belegt, und wird die Kraft nach der Belegung geführt, ſo theilt ſich die elektriſche Materie überall auf der Seite, wo es geſammlet wird, gleichförmig aus, d. i. es elektriſirt poſitiv, die gegen über ſtehende Belegung aber führt eben ſo viel von des Glaſes natürlichem Vorrathe nach der Erde zu ab, d. i. ſie elektriſirt dieſe Seite negativ. Eben das Glas kann auf beyden Seiten negativ elektriſirt werden, wenn die Kraft auf eine größere Entfernung geruckt wird, z. B. auf 1 Fuß weit, ſo wird ſie dadurch vermindert und das Mittel dazwiſchen, und folglich deſſelben Widerſtand, wird vermehrt. Alſo iſt die negative Kraft die kleinſte und zurücktreibend, weil ein Theil des natürlichen Vorraths ausgetrieben wird, und andere benachbarte Körper poſitiv elektriſirt.

Er ſchließt hieraus, daß die drey ungleichen Wirkungen, nämlich Glas auf beyden Seiten poſitiv elek-

triſirt, oder poſitiv auf einer und negativ auf der andern, oder auch auf beyden negativ, von dem ungleichen Grade der Kraft und dem verſchiedenen Widerſtande der Materie in jedem Verſuche mit einerley Glas herrühren.

Eben ſo wären auch durch Verſuche andere artige Bemerkungen in gewiſſen Fällen feſtgeſetzt, die man bey Körpern, welche zu elektriſchen Verſuchen gebraucht werden ſollen, nothwendig in Acht nehmen müſſe. Da man dieſe Aufmerkſamkeit verabſäumt habe, ſo ſeyen daraus viele Verwirrungen entſtanden, wie verſchiedene, dem erſten Anſehen nach wider einander laufende, Erſcheinungen zu erklären wären. Dergleichen Umſtände ſeyen die verſchiedene Geſtalt, Geſchwindigkeit oder unordentliche Bewegung der Körper, die Stellung des Reibens und deſſen Heftigkeit, die Veränderung der äußern Fläche, durch welche nach Gefallen poſitive und negative Elektricität in einerley Körpern erhalten werden könne. Lack von ungleicher Härte zeige ungleiche Wirkungen. Das weichere werde negativ und das härtere poſitiv elektriſirt, wenn man ſie beyde gegen einander reibe oder ſtreiche. Ein Beyſpiel, wie ganz kleine Umſtände einen Verſuch ändern können, iſt folgendes. Er bediente ſich zu dem vorhin erwähnten Verſuche Lack und Silber. Das Lack war engliſches, rein und frey vom Reiben, außer was die umgebende Luft thun konnte, und in dieſen Umſtänden hatte es ſich einige Stunden befunden. Das Silber war an eine andere Stange Lack befeſtigt, und eben ſo lange ungerieben. Nachher nahm er in jede Hand eine Stange Lack, doch ſo, daß das Silber die Hand nicht berührte. Er ſetzte die ebene Seite des Silbers auf das Lack,

und führte es gelinde einmal längs deſſelben äußeren Fläche hin, worauf ſich das Silber poſitiv, und das Lack negativ elektriſirt befand. Da er dieſes völlig ſo wiederholte, nur daß die flache Seite des Silbers ein wenig gegen das Lack geneigt war, ſo daß der Rand dagegen druckte, ſo ward das Silber negativ, und das Lack poſitiv elektriſirt, gerade das Gegentheil von dem, was vorhin erfolgte. Er unterſuchte dieß durch die an dem elfenbeinernen Leiter hängenden Kugeln, die nach den Umſtänden und dem vorigen Verſuche entweder poſitiv oder negativ elektriſirt werden, ſo daß der Erfolg allemal eine Zurückſtoßung iſt, welches er für beſſer hält, als durchs Anziehen zu finden, in was für einem Zuſtande ſich ein elektriſcher Körper befindet, da alle Körper durch die Elektricität angezogen werden.

Da alſo nach Wilſon's Meynung das Glas, wenn es kalt iſt, für die Elektricität undurchdringlich iſt, ſo folgt daraus doch noch nicht, daß dieß auch beym heiß gemachten Glaſe ſtatt finde. Hierüber hat aber Wilſon keine Verſuche angeſtellt. Kinnersley aber machte dergleichen, welche zu beweiſen ſchienen, daß Glas ganz verſchiedene Veränderungen in dieſer Abſicht nach ſeinem verſchiedenen Zuſtande der Hitze oder Kälte erleide. Er fand, daß eine überzogene gläſerne Weinflaſche, wie diejenigen ſind, worin der Florenzer Wein verkauft wird, und worin er ſiedheißes Waſſer gegoſſen hatte, ſich nicht elektriſch machen laſſen wollte. Die Elektricität, ſagt er, geht durch daſſelbe eben ſo leicht hindurch, wie durch Metall. Die Ladung einer Bouteille von drey Maas gieng ungehindert hindurch, ohne die Flaſche im geringſten zu beſchädigen. Wenn dieſelbe kalt ward, konnte er ſie,

wie zuvor, laden. Die Wirkung ſchrieb er der Erweiterung der Zwiſchenräumchen des Glaſes durch die Hitze zu.

Die Wilſonſchen Verſuche, wodurch die Durchdringlichkeit der Elektricität durch das Glas bewieſen werden ſollte, thaten dem Herrn Aepinus kein Genüge; ſein Grund war bloß dieſer, daß eine Glasröhre ihre Elektricität ſehr langſam ſowohl annehme, als auch verliere, ſo daß er eine bloße Schwierigkeit und Langſamkeit in dem Durchgange der elektriſchen Flüſſigkeit durch elektriſche Subſtanzen behauptet. Dagegen ſagt aber Wilſon, das Hindurchgehen, wenn es auch noch ſo langſam geſchehe, ſey und bleibe doch immer ein wirkliches Hindurchgehen.

Wilke [c]) ſchließt aus vielen ſeiner Verſuche, daß die elektriſche Materie ſowohl das Glas durchdringen als auch nicht durchdringen könne. Es komme alles auf die Art, Dicke und Beſchaffenheit des Glaſes an; auch die Wirkung der Elektriſirkugel könne eine ſolche Ungleichheit verurſachen. Er habe gefunden, daß es Glas gebe, welches wie Metall die Elektricität frey durchlaſſe, ohne ſie entweder zurück zu behalten, oder davon im geringſten geladen zu werden. Dergleichen ſey das ſchwediſche grüne Glas, wenn es in großen Kugeln ganz dünn, wie Singegläſer, geblaſen werde.

Aepinus [f]) zeigte durch einen artigen Verſuch, daß, wenn ein metalliſcher Leiter und eine Korkkugel poſitiv elektriſch gemacht werden, ſo daß ſie

c) Abhandl. der Schwed. Akad. der Wiſſenſch. B. XXIV. S. 234. d. d. Ueberſ.

f) Tentamen theor. electr. p. 146.

ſie einander zurückſtoßen, dennoch, wenn man die Kugel mit Gewalt zwey, drey oder vier Linien nahe an den Leiter bringt, dieſelbe davon angezogen, und wenn man ſie mit Gewalt jenſeit dieſer Grenze des Anziehens ſtößt, wieder zurückgetrieben wird. Bringt man die Kugel gerade in dieſer kleinen Entfernung, ſo ſtößt ein mäßiges Elektriſiren des Leiters die Kugel nach ihrer äußerſten Grenze zurück; ein ſtärkeres Elektriſiren des Leiters hingegen verurſacht ein Anziehen derſelben. Daher ſchränkt er den allgemeinen Lehrſatz, daß Körper, welche einerley Art von Elektricität beſitzen, einander zurückſtoßen, ein, und behauptet, daß dieſes nur alsdann ſtatt finde, wenn die Quantität elektriſcher Flüſſigkeit, welche zu ihnen beyden als einem Körper gehört, größer oder geringer iſt, als diejenige, welche ſie von Natur beſitzen.

Beccaria [g]) hielt es für ausgemacht, daß die elektriſche Flüſſigkeit ſich in einer geraden Linie zu bewegen ſuche, weil ſich aus dem Ende eines langen Leiters in einer geraden Linie ein längerer Funken herausbringen laſſe, als man an demſelben Orte nach einer jeden andern Richtung hervor zu locken vermögend ſey. Seiner Meynung nach aber erhellt dieſes noch weit augenſcheinlicher daraus, weil man in der freyen Luft ſowohl, als auch im luftleeren Raume, wahrnimmt, daß, wenn man den Finger oder eine kupferne Kugel in einer gehörigen Entfernung und nach einem gewiſſen Winkel an den Leiter hält, der elektriſche Funken eine genaue Krümmung macht, wovon der Leiter eine Tangente iſt, als ob auf die elektriſche Materie zwey verſchiedene Kräfte wirkten; nämlich eines Theils ihre eigene erlangte Geſchwindigkeit, wel-

g) Elettriciſmo artificiale e naturale. p. 56.

welche ſie vorwärts nach einer geraden Linie treibt, und andern Theils das Anziehen des daran gehaltenen Körpers, welches ſie von der geraden Linie abzieht.

Bey ſeinen Wahrnehmungen über ſpitzige Körper ſagt er, daß zwey ſpitzige Körper von gleicher Schärfe bey ihrer Annäherung an einen elektriſchen Leiter bloß in der Hälfte der Entfernung leuchtend erſcheinen, in welcher Einer derſelben erſcheinen würde.

Hamilton[h]), Prof. der Phyſik zu Dublin, machte einen artigen Verſuch mit einem 5 bis 6 Zoll langen Drathe, der an jedem Ende fein zugeſpitzt war. An die Mitte dieſes Draths brachte er ein kupfernes Hütchen an, wie bey einer Magnetnadel, wodurch derſelbe auf der Spitze einer mit dem Leiter verbundenen Nadel ruhete. Einen halben Zoll von jedem Ende dieſes Draths bog er in entgegengeſetzter Richtung den übrigen Theil des Draths auf die gerade Fläche des Horizonts perpendiculär um. Das Elektriſiren dieſer Vorrichtung hatte zur Folge, daß der Drath ſich mit großer Schnelligkeit umdrehte, und ſich beſtändig in einer Richtung drehte, die derjenigen entgegengeſetzt war, in welcher das elektriſche Fluidum aus deſſen Spitzen herausfuhr, ohne irgend eine andere leitende Subſtanz nahe bey ſich zu haben, als die Luft. Er bemerkte auch, daß, wenn er es dahin zu bringen verſuchte, daß ſich der Drath anders umdrehen ſollte, derſelbe ſtille ſtand, und ſich wieder, wie zuvor, umdrehte.

Eben derſelbe Verſuch ward auch von Kinnersley[i]) angeſtellt, jedoch mit dem Unterſchiede, daß

h) Philoſ. Tranſ. Vol. LI. P. II. p. 905.
i) Ibid. Vol. LIII. P. I. p. 86.

daß er den Drath negativ elektriſch machte, und zu ſeiner großen Verwunderung wahrnahm, daß ſich derſelbe dennoch auf dieſelbe Art herumdrehte. Dieſes ſuchte er daraus zu erklären, daß in dem erſtern Falle die Spitzen, weil ſie mehr Elektricität als die Luft beſaßen, von ihr angezogen wurden; in dem letztern Falle hingegen die Luft, weil ſie mehr Elektricität als die Spitzen beſaß, von ihnen angezogen wurde.

Was die Kraft der Spitzen betrifft, ſo hat Villette k) zu Lüttich bemerkt, daß eine in eine Glasröhre geſteckte und 1 Zoll lang hervorragende Nadel von einem erſten Leiter einen ſtärkern Funken annahm, als ein Menſchenfinger; imgleichen daß, wenn die Nadelſpitzen mit Talg, Wachs, Schwefel u. d. gl. überzogen waren, ſie beſonders ſtarke Funken annahmen. Er fügt hinzu, daß, wenn man Schwefel dazu nimmt, und die Funken ſchief auffangen läßt, dieſelben bisweilen ſchön citronengelb ausſehen.

Es iſt bereits oben angeführt worden, daß Boſe zu Wittenberg die magnetiſche Kraft durch die Elektricität geſchwächt, und zugleich gemeldet habe, er könne ſie durch dieſes Mittel zerſtören und erregen; allein Hrn. Wilſon l) hat dieſes nicht gelingen wollen. Deßwegen ließ Franklin ſtarke Schläge aus 2 und 4 großen mit Bley belegten gläſernen Kolben, die ohngefähr 12 bis 13 ſchwed. Kannen hielten, durch ſeine Nähnadeln gehen, die er auf Waſſer ſchwimmend gelegt hatte, und fand ſie durch den Schlag magnetiſirt. Er bemerkte dabey zugleich viel

k) *Nollet's* lettres ſur l'électr. Vol. III. p. 212.

l) Treatiſe on electricity. p. 219. experiments upon artificial Magnets.

viel merkwürdige Umſtände, die er im 5ten Briefe an Collinſon folgender Maaßen beſchreibt: Wenn die Nadel unter dem Schlage nach O. und W. liegt, ſo weißt das Ende, wo das elektriſche Feuer hineingegangen iſt, N. Liegt ſie nach N. und S., ſo weißt das Ende, das nach Norden lag, noch nach N., wenn ſie aufs Waſſer gelegt wird, das Feuer mag zu welcher Seite man will hineingegangen ſeyn. Die Richtungskraft in der Nadel wird am ſtärkſten, wenn ſie nach N. und S. liegt; aber am ſchwächſten in O. und W. Wäre die elektriſche Kraft viel ſtärker, ſo könnte wohl daraus erfolgen, daß das ſüdwärts liegende Ende der Nadel gleichwohl der Nordpol würde, wenn das Feuer dieſen Weg hineingeht. Sonſt würde es ſchwer fallen, die Verwechſelung der Pole bey den Seecompaſſen durch den Bliz zu erklären, weil dieſe Nadeln allemal in ſolcher Stellung ſind. Dagegen ſollte man aus unſerm kleinen Verſuche ſchließen: die nordlich gewandte Spitze müſſe auch ferner nach Norden weiſen, an welchem Ende auch das Feuer hineingegangen iſt.

Als nun Wilke[m]) alle dieſe Umſtände überlegte, ſo wurde er auf folgende drey Betrachtungen geleitet, deren jede für ſich merkwürdig iſt: 1. der elektriſche Schlag erregt die magnetiſche Polarität, 2. dieſe richtet ſich nach der Lage der Nadel gegen die Weltgegenden, und 3. der Weg des elektriſchen Feuers beſtimmt bey gewiſſen Lagen der Nadel die Art der Polarität. Wilke bemerkt, es wäre zu wünſchen, daß Franklin ſelbſt beſchrieben hätte, wie

m) Abhandl. der ſchwed. Akad. der Wiſſenſch. B. XXVIII. S. 306. d. deutſ. Ueberſ.

wie er den Schlag durch die Nadel gerichtet habe; denn da dieſes auf mancherley unähnliche Arten geſchehen könne, ſo könnte es auch wohl zum Theil daher rühren, daß Andere bey Wiederholung des Verſuchs nicht eben den Erfolg gefunden hätten. Dalibard zu Paris berichte, die Nadel bekomme allemal, in was für einer Stellung ſie auch den Schlag empfange, den Nordpol, oder die Stelle, mit der ſie nach Norden weiſe, an dem Ende, wo das Feuer hineingehe, und den Südpol da, wo es herausgehe. Dieſes ſtreite gegen Franklin's Verſuch, würde aber, wenn man es beſtätigen könne, die Sache noch einmal ſo merkwürdig machen. Muſſchenbroek habe durch ſtarke Elektricität wohl die Kraft der Nadel ſchwächen, aber ſie nicht ganz aufheben, noch weniger ihre Polarität ändern können. Eben das ſey auch ihm oft begegnet; daher er angefangen habe zu zweifeln, ob ſich auf dieſe Art eine merkliche magnetiſche Kraft erhalten ließe? Eben dieſe Gedanken habe auch Bergmann, da er anführt, daß dieſe Verſuche in Europa nicht beſonders gelingen wollten, denn verſuche man es mit kleinen Nadeln, ſo ſchmelzen ſie; brauche man größere, ſo beiße er ſie nicht ſehr an. Gleichwohl ſey Herr Kanzleyrath Beck in Kopenhagen glücklicher geweſen, wie er ihm geſchrieben habe: Er hat eine kleine Compaßnadel, $1\frac{1}{2}$ Zoll lang, $1\frac{1}{2}$ Linie breit, die aus einer Uhrfeder gemacht war, nach der magnetiſchen Linie oder Neigung geſtellt, und ſie hat durch einen einzigen Schlag aus zwey cylindriſchen, 14 Zoll hohen und 8 Zoll weiten Gläſern, ſo viel Kraft erhalten, daß ſie mit dem Nordpole eine Nähnadel erheben konnte. Ein ſo ungleicher Ausgang, wodurch die Sache ſelbſt faſt in Ungewißheit bleibt, veranlaßte Wilke'n, hierüber eine

eine neue und vorſichtige Unterſuchung anzuſtellen. Die Vorrichtung zu ſeinen Verſuchen beſtand 1. in einer Elektriſirkugel, 2. in einem Leiter von verzinntem Eiſenbleche, 3. in zwey großen Ladungsgläſern, 4. in eiſernen Dräthen, welche die Elektricität herunter ins Glas leiteten, und mit Weiſerfäden verſehen waren, 5. in der erſten Fortſetzung der Ladungskette, welche er negative Kette nannte, 6. in einem hölzernen Geſtelle, an dem kein Eiſen iſt, auf welchem der Verſuch angeſtellt wird, 7. in dem Orte, wo die Nadeln in den Ladungskreis gebracht werden, 8. in der zweyten Fortſetzung der Ladungskette, womit der Funken herausgezogen wird, welche die poſitive Kette hieß.

Die Nadeln, mit welchen er Verſuche anſtellte, waren nach Erfordern von ungleicher Art; doch brauchte er meiſtens: 1. gute engliſche ſtählerne Nähnadeln von $\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll Länge; 2. feine Magnetnadeln aus Uhrfedern gemacht, die durch eine kleine Vertiefung auf einer Spitze ruheten; 3. abgeknippene Stückchen von dicken Clavierſaiten von $\frac{1}{2}$ bis 1 Zoll. Dieſe letztern ſowohl als auch die Nähnadeln wurden bey der Unterſuchung zuweilen ſchwimmend auf Waſſer gelegt.

Der Erfolg von ſeinen Verſuchen war dieſer: Gewöhnliche mit dem Magnet geſtrichene Compaßnadeln aus Uhrfedern, größere und kleinere, bis 2 und 3 Zoll lang, haben in allen Richtungen durch einen einzigen ſtarken Ladungsſchlag theils ihre Kraft völlig verloren, theils ſind ſie ſo ſchwach geworden, daß ſie nicht einmal Feilſpäne von Eiſen an ſich gezogen haben, obgleich noch eine ſchwache Richtung und Polarität übrig war. Der Schlag beißt recht große

Nadeln an, und kleinere verkehrt er zuweilen in dienlicher Stellung.

Wenn die vorerwähnten Nadeln ohne alle Kraft waren, und nach der magnetiſchen Richtung geſtellt wurden, ſo fehlte es ſelten, daß nicht der elektriſche Schlag darin magnetiſche Kraft und Polarität erregte. Dabey bemerkte er folgendes:

1. Bey großen Nadeln erregte ein ſtärkerer Schlag auch eine ſtärkere Kraft. Bey kleinen konnte er zu ſtark werden, und es ſchien, als erfordere jede Nadel eine beſtimmte Stärke des Schlages, um die größte Kraft zu erhalten.

2. Große und harte Nadeln, die der Schlag nicht wohl anbiß, bekamen mehr Stärke, wenn man ſie zuvor wohl anlaufen ließ. Ganz weiche und ausgebrannte Nadeln bekamen viel weniger Kraft.

3. Das niederwärts gekehrte Ende der Nadel war in allen Proben der Nordpol geweſen, und das aufwärts gekehrte der Südpol, die Ketten mochten liegen, wie ſie wollten. Doch ward die Kraft, zumal bey kleinen Nadeln, ſtärker, wenn die negative Kette am untern Ende der Nadel lag, als wenn ſie an das obere angebracht ward.

4. Wenn die Nadeln nach dem Schlage umgewandt wurden, ſo verkehrte ein neuer Schlag ebenfalls ihre Polarität in die entgegengeſetzte. Dieſe Umwechſelung konnte mehrmal nach einander geſchehen, doch ward die Kraft immer ſchwächer.

5. Mehrere gleich ſtarke Schläge nach einander thaten nicht mehr zur Sache, als ein einziger zum Anfange.

6. Wenn

6. Wenn die Nadel zuvor mit dem Magnet geſtrichen war, und ihr Nordpol aufwärts gekehrt ward, ſo konnte ein einziger Schlag ihre Polarität wegnehmen, und zugleich umwenden. Wenn die Nadel lang und ſchmal war, ereignete ſich hiebey oft, daß ſie drey Pole bekam.

7. Die eigentliche Stärke, welche die Nadel auf dieſe Art bekam, ließ ſich ſchwerlich genau angeben. Indeſſen bekam ſie eine vielmal ſtärkere Kraft von einem einzigen Streichen mit einem mittelmäßigen Magnet.

Nadeln, welche rechtwinklicht gegen die magnetiſche Richtung geſtellt waren, hatten durch den Schlag ſelten oder nie einige Kraft erhalten. Nur die kleinſten Nadeln gaben mannichmal eine Anzeige davon, wobey der Nordpol allemal der negativen, und der Südpol der poſitiven Kette zugehörte.

Wenn die Nadel wagrecht in O. und W. lag, ſo bekam ſie durch den Schlag eine zwar geringe, doch deutliche Polarität. Hiebey hatte die negative Kette an ihrem Ende in der Nadel allemal die nordliche, und die poſitive Kette an dem ihrigen die ſüdliche Polarität erregt, dieſe Ketten mochten an dem öſtlichen oder an dem weſtlichen Theile der Nadel liegen.

Wagrechte Nadeln im magnetiſchen Meridian bekamen 1. nicht ſo viel Kraft, als wenn ſie nach der Neigung des Magnets gelegt wurden, aber mehr als in der Lage zwiſchen Oſten und Weſten; 2. das nordwärts gewandte Ende der Nadel ward meiſtens der Nordpol, allezeit aber, wenn die negative Kette an dieſem Ende lag; ward aber 3. dieſe Kette an der Na-

del ſüdliches Ende gelegt, und die poſitive an das nordliche, ſo ereignete ſich bey kleinen Nadeln, daß die Polarität umgekehrt ward, der Nordpol am ſüdlichen, der Südpol am nordlichen Ende der Nadel.

Aus dieſen Verſuchen zog nun Wilke folgende Sätze: 1. der elektriſche Ladungsſchlag zerſtört und erregt die magnetiſche Kraft in den Nadeln, 2. er thut nicht in allen Richtungen eben die Wirkungen, es muß daher eine andere mit der Stellung der Nadel zuſammenhangende Urſache etwas hiezu beytragen; 3. dieſer Urſache giebt der elektriſche Schlag Anlaß, auf die Nadel zu wirken; aber 4. an und für ſich ſelbſt ſcheint der Schlag keine gewiſſe Polarität zu bewirken. Um dieſe Umſtände einiger Maaßen zu vereinigen und zu erklären, ſagt er, wolle er annehmen: 1. daß die allgemeine magnetiſche Kraft des Erdbodens die Haupturſache der Kraft ſey, welche die Nadel erhält, 2. daß die Elektricität, wie gewöhnliches Feuer, dieſer Wirkung behülflich ſey, aber zugleich 3. durch ihren Weg oder Strom die Polarität beſtimme. Die Richtigkeit dieſer Erklärung ſucht er durch einige Verſuche zu beſtätigen.

Er brachte eine der erwähnten Nadeln in den Ladungskreis, beſonders in eine wagrechte Stellung von Oſten nach Weſten. Alsdann legte er einen künſtlichen Magnet nach der Richtung der Axe in eine gerade Linie mit der Nadel, jedoch ſo weit davon, daß die Nadel ohne Schlag keine Kraft von ihm bekam. Ward der Schlag darauf gelaſſen, ſo fand man bey der Nadel eine merkliche Kraft und Polarität, allemal ſo geſtellt, wie der Magnet ihr ſelbige durch Anrühren hätte mittheilen können. Alſo bekam der Magnet durch den elektriſchen Schlag Anlaß, ſtärker auf

die

die Nadel zu wirken, als ſonſt geſchehen wäre. Was uns aber eigentlich davon überzeuge, daß die magnetiſche Kraft der Erde bey Magnetiſirung unſerer Nadeln mit im Spiele ſey, das ſey die ungleiche Stärke und Polarität, die ſie nach gewiſſen ungleichen Lagen und Stellungen bekommen.

Er ließ ferner zwey cylindriſche Stangen von weichem Eiſen, die 1 Elle lang, ohne eigenen Magnetismus, aber für die allgemeine Kraft empfänglich waren, nach der magnetiſchen Directionslinie ſtellen. Er ſetzte größere und kleinere Nadeln zwiſchen dieſe Stangen, und ließ den elektriſchen Schlag durch die Nadeln und Stangen gehen. Der Erfolg war: 1. daß harte Nadeln, welche ſonſt von den Stangen keine Kraft bekamen, jetzt ſo ſtark wurden, als wären ſie mit dem Magnet geſtrichen worden, 2. ihre Pole waren nun wie zuvor, der nordliche am untern, der ſüdliche am obern Ende der Nadel; 3. zuvor magnetiſirter Nadeln Polarität ließ ſich auf dieſe Art am ſicherſten umkehren. Dieß war, wie Wilke vermuthete, die wahre Urſache der Stärke, welche Beck durch die Elektricität in ſeiner Compaßnadel erhalten hat.

Was die Frage betreffe, auf was für Art der elektriſche Schlag theils etwas zur Wirkung der allgemeinen Kraft beytrage, theils für ſich ſelbſt eine Polarität verurſache? ſo ſagt er, könne er in Anſehung des erſtern der Meynung derer nicht beypflichten, welche nach Anleitung von du Fays Verſuchen, durch Stöße und Hammerſchläge eine beſtändige Polarität zu erwecken, auch hievon die Kraft der Nadeln herleiten. Hier komme augenſcheinlich kein ſolcher Stoß oder Schlag vor; vielmehr glaubt er,

 daß

daß die Elektricität wie gewöhnliches Feuer zur Wirkung der allgemeinen Kraft etwas beytrage. In Anſehung des zweyten erhelle aus ſeinen Verſuchen, daß die nordliche Polarität eine beſondere Gemeinſchaft mit der negativen Kette habe, wie die ſüdliche mit der poſitiven. Er ſchließt hieraus, daß es nicht nach Franklin's Meynung ein einzelner Strom elektriſchen Feuers ſey, der durch die Nadeln gehe, ſondern zwey, die einander entgegengeſetzt durchſtreichen, weil die poſitive Materie ſowohl zur negativen Seite übergehe, als die negative zur poſitiven. Die Richtung des Feuers allein beſtimme alſo die Art der Polarität nicht, wenn man nicht hinzuſetze, welchen Strom man meine. Alſo werde, nach ſeinen Verſuchen, das Ende der Nordpol, wo der negative Strom eingehe, und der poſitive ausgehe; und das Ende der Südpol, wo jener aus:, und dieſer eingehe. Was dieſe Ströme nun mit der Polarität ſelbſt für Gemeinſchaft haben, ſey bisher verborgen.

Die Elektricität ſcheint überhaupt eine große Aehnlichkeit mit dem Magnetismus zu haben. Aepinus [n]) hat ſich beſonders bemüht, dieſe Aehnlichkeit in einer eigenen Abhandlung darzuſtellen, wovon das weſentlichſte folgendes iſt:

1. So wie eine eiſerne Ruthe, wenn ſie einem Magneten nahe gehalten wird, verſchiedene Pole nach einander bekommt; ſo bekommt eine Glasröhre, wenn ſie mit einer durch Reiben elektriſch gemachten Röhre berührt wird, poſitive und negative Theile nach einander.

2. Wenn poſitiv und negativ elektriſche Körper an einander gebracht werden, ſo vereinigen ſie ſich mit ein

n) Nov. commentar. Petrop. T. X. p. 296.

einander, wie Magnete, wenn ſie mit ihren entgegengeſetzten Polen an einander gelegt werden.

3. Glas iſt eine Materie von gleichartiger Natur mit gehärtetem Stahle. Die poſitiven und negativen Seiten des erſtern kommen mit den anziehenden und zurückſtoßenden Enden des letztern, wenn er magnetiſch gemacht worden, überein.

4. So ſchwer es hält, das elektriſche Fluidum in die Zwiſchenräumchen des erſtern hinein zu bringen, eben ſo ſchwer iſt es auch, das magnetiſche Fluidum in die Zwiſchenräumchen des letztern hinein zu bringen.

5. Gleichwie keine Verdichtung der elektriſchen Flüſſigkeit in dem erſtern ſtatt finden kann ohne eine Verdünnung; alſo muß auch bey dem letztern, wofern daſelbſt eine Verdichtung oder ein poſitiver Magnetismus in einem Ende einer Stange ſtatt finden ſoll, in dem andern eine Entledigung oder ein negativer Magnetismus vorgehen.

6. Stahl kommt mit Körpern, welche an und für ſich elektriſch ſind, und Eiſen gewiſſer Maaßen mit Elektricitätsleitern überein.

7. Stahl iſt zur Annahme der magnetiſchen Kraft weniger geſchickt; hat er aber dieſelbe einmal angenommen, ſo behält er ſie weit ſtärker, als Eiſen. Eben ſo nehmen auch an und für ſich elektriſche Körper das elektriſche Fluidum ſo leicht nicht an; iſt ihnen aber daſſelbe mit Gewalt beygebracht worden, ſo behalten ſie es weit ſtärker, als Leiter.

8. Aepinus fügt hinzu, und rechnet es unter ſeine Entdeckung, daß ein elektriſch gemachter Körper

auf

auf andere Körper nicht wirke, außer wenn ſie ſelbſt elektriſch gemacht ſind; eben ſo wie ein Magnet auf andere Subſtanzen nicht wirkt, es wäre denn, daß ſie ſelbſt die magnetiſche Kraft beſäßen; ſo daß ein elektriſch gemachter Körper einen andern Körper anzieht und zurückſtößt, bloß vermöge deſſen, daß er ihn vor allen Dingen elektriſch macht; ſo wie ein Magnet Eiſen anzieht, bloß vermöge deſſen, daß er es zuerſt zu einem Magneten macht.

9. Auch hat Canton gefunden, daß, wenn der Tourmalin in verſchiedene Stücke zerſchnitten wird, jedes Stück eine poſitive und negative Seite habe, ſo wie auch die Stücke eines zerbrochenen Magnets dergleichen haben.

In dieſem Zeitraume hat man auch unläugbar gezeigt, daß einige Fiſche elektriſche Eigenſchaften beſitzen. Dahin gehört

1. der Krampfroche, Zitterroche, Krampffiſch (raja torpedo). Er iſt eine Rochenart, platt, ſelten 20 Zoll lang, völlig ausgewachſen nicht über einige Pfund ſchwer, und an einigen Küſten Europens ſehr häufig. Dieſer Fiſch war ſchon den Alten bekannt, welche erzählen, daß er die Thiere, die ſich ihm nähern, betäube, und die Arme derjenigen Perſonen, welche ihn berühren, erſtarren mache. Auch hängt es von der Willkühr dieſes Thiers ab, den Körper, welchen es berührt, durch einen Schlag zu erſchüttern, welcher dem elektriſchen ähnlich iſt. Eine geraume Zeit hat man die Urſachen von den Erſcheinungen dieſes Fiſches nicht von der Elektricität abgeleitet [o]). Nachher aber fieng man an, dergleichen dabey zu vermuthen,

o) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1714.

muthen, beſonders da ein anderer elektriſcher Fiſch, der Zitteraal, bekannter wurde, welchen man anfänglich mit jenem vielfältig verwechſelte. Um das Jahr 1773 endlich ward es durch Walſh p) außer allem Zweifel geſetzt, daß die Eigenſchaften des Fiſches von der Elektricität abhangen. Dieſes Thier hat zwey elektriſche Organe, welche an der Seite der Hirnſchale und der Kiefern liegen, und von da bis zu den halbkreisförmigen Knorpeln der Seitenfloſſen gehen. Der Länge nach reichen ſie von dem vordern Ende des Thiers bis zu dem Querknorpel, der die Bruſt von dem Bauche trennt. Hier nehmen ſie die ganze Dicke des Thiers von oben bis unten ein, und ſind mit der ordentlichen Haut bedeckt, unter welcher ſich jedoch noch zwey dünne Membranen oder Bänder befinden. Die Länge eines jeden Organs iſt etwas geringer, als der dritte Theil der Länge des ganzen Thiers. Jedes Organ beſteht aus ſenkrechten Prismen oder Säulen, welche von der untern Seite des Körpers bis an die obere reichen, und deren Länge nach der verſchiedenen Dicke des Fiſches an verſchiedenen Stellen verſchieden iſt. Die Zahl dieſer Säulen iſt ſich nicht gleich, und zwar bemerkt man dieſe Verſchiedenheit nicht nur bey verſchiedenen Zitterrochen, ſondern ſie ſcheint auch hauptſächlich von dem Alter des Thiers herzukommen, ſo daß etwa, ſo wie der Fiſch an Größe zunimmt, immer neue entſtehen mögen. Bey einem ſehr großen Krampfrochen beſtand das Organ, wie man fand, aus 1182 ſolcher Säulen. Die meiſten von dieſen Säulen ſind entweder irregulaire Sechsecke oder irregulaire Fünfecke; allein ihre Geſtalt bleibt ſich nicht gleich. Ihr Durchmeſſer beträgt gemeiniglich $\frac{1}{5}$ Zoll. Jede Säule iſt durch horizontalliegende Theilungen getheilt,

g) Philoſ. Transact. Vol. LVIII. p. 461.

theilt, welche ſich in geringen Entfernungen über einander befinden, und eine Menge Zwiſchenräume bilden, die eine flüſſige Materie zu enthalten ſcheinen.

Die beſchriebenen elektriſchen Organe ſcheinen allein die elektriſche Erſchütterung hervorzubringen; die übrigen Theile des Thiers, z. B. die an dem elektriſchen Organ liegen, dienen bloß den Stoß zu leiten. Berührt man den Krampfrochen in oder außer dem Waſſer, nur nicht iſolirt, mit der Hand, ſo theilt er insgemein eine zitternde Bewegung, oder eine ſchwache Erſchütterung mit; dieſe fühlt man jedoch bloß in den Fingern. Berührt man ihn hingegen mit beyden Händen zugleich, und zwar mit der einen Hand oben, und mit der andern unten, ſo erhält man einen Stoß, der dem Stoße aus der Leydner Flaſche ganz ähnlich iſt. Berühren die Hände den Fiſch an den gegenüberſtehenden Seiten, gerade über den elektriſchen Organen, ſo iſt der Stoß am ſtärkſten. Bringt man ſie hingegen an andere Stellen jener Seiten, ſo ſind die Erſchütterungen etwas ſchwächer, und man fühlt gar keine, wenn man beyde Hände an die elektriſchen Organe der einen Seite legt. Daraus ſieht man, daß die obern und untern Seiten der elektriſchen Organe entgegengeſetzt elektriſch ſind. Berührt man den Fiſch mit beyden Händen auf einer Seite, und zwar nicht gerade da, wo die elektriſchen Organe liegen, ſo bemerkt man doch einen, wenn gleich ſchwachen, Stoß.

In der freyen Luft iſt der Stoß von dem Krampfrochen etwa viermal ſo heftig, als im Waſſer; und wenn man beyde Seiten des Thiers mit einer Hand berührt, nämlich die eine Seite mit dem Daumen und die andere mit dem Mittelfinger, ſo fühlt man die Erſchütterung weit ſtärker, als wenn man die Verbin-

dung

dung mittelſt beyder Hände bewirkt hat. Bisweilen erfolgen die Erſchütterungen ſo geſchwind auf einander, daß kaum eine Zeit von 2 Sekunden dazwiſchen vergeht; und wenn der Krampfrochen nicht ſtarke abgeſetzte Stöße, ſondern bloß ein gewiſſes Zittern hervorbringt, ſo läßt ſich dieſe Empfindung der auf einander folgenden geſchwinden Entladung mehrerer ſchwachen Schläge zuſchreiben. Es iſt beſonders, daß der Krampfrochen, wenn er gleich iſolirt iſt, Perſonen, die ebenfalls iſolirt ſind, doch mehrere Schläge geben kann.

Dieſe Kraft wird durch eben die Körper fortgeleitet, welche die Elektricität leiten, und eben durch die wieder aufgehalten, welche keine Leiter der Elektricität ſind. Wenn aber die Verbindung der Leiter nur im geringſten unterbrochen wird, ſo kann der Stoß des Krampfrochens nicht fortgeleitet werden. Er geht daher weder durch eine Kette, noch durch die Luft von einem Leiter zum andern, wenn der Abſtand noch nicht einmal $\frac{1}{200}$ Zoll beträgt; mithin hat man dabey auch nie einen Funken wahrnehmen können. Auch hat man bey den elektriſchen Fiſchen kein Anziehen oder Zurückſtoßen bemerkt, ungeachtet man in dieſer Abſicht mehrere Verſuche angeſtellt hat.

2. **Zitteraal, Zitterfiſch, Drillfiſch** (gymnotus electricus, gymnotus tremulus). Dieſer elektriſche Fiſch findet ſich häufig in den großen Flüſſen von Südamerika. Gewöhnlich iſt er etwa 3 Fuß lang; doch will man einige ſo groß geſehen haben, daß ſie mit dem Schlage ihres elektriſchen Organs einen Menſchen hätten tödten können.

Die-

Dieſen Fiſch hat zuerſt van Berkel[q]) zwiſchen 1680 und 1689 bekannt gemacht. Richer, welcher im Jahre 1671. nach Cayenne gieng, hatte ſchon in ſeinem Tagebuche bemerkt, es gebe daſelbſt 3 bis 4 Fuß lange Fiſche, welche, mit dem Finger oder mit einem Stabe berührt, den Arm erſtarren machen und Schwindel erregen, welches du Hamel[r]) anführt. In den neuern Zeiten aber bezweifelte man dieſe Nachrichten, oder war doch nicht geneigt, Elektricität dabey zu vermuthen, als welches ſelbſt Nollet[s]) noch für unwahrſcheinlich hält. Der erſte, welcher hiebey Elektricität vermuthete, war Adanſon im Tagebuche ſeiner Reiſe 1751[t]). Endlich ward durch Seba, Artedi, Gaubius und Allamand[u]), und Gronov[x]) die Beſchreibung dieſes Fiſches ſelbſt und ſeiner Eigenſchaften bekannter.

Hugh Williamſon[y]) und Alexander Garden[z]) haben mehrere wichtige Beyträge zur Geſchichte des Zitteraals geliefert. Vorzüglich aber erhielt man durch Hunter's Zergliederung eines Zitteraals ein ganz unerwartetes Licht von der Natur

q) Reiſe nach Rio de Berbice, in der Samml. ſeltener und merkw. Reiſegeſchichten. Memming. 1789. 8. S. 220.

r) Hiſtoria regiae ſcient. Acad. p. 168.

s) Hiſtoire de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1760.

t) *Rozier* obſerv. ſur la phyſique. Tom. V. 1775. May. p. 444.

u) Haarlemer Verhandelingen. Deel II. p. 372.

x) Deſcriptio gymnoti tremuli in act. Helv. Baſil. 1760. p. 26.

y) Philoſ. Tranſ. Vol. LXV. P. I. n. 10. p. 94.

z) Ibid. n. 11. p. 102.

tur dieſes Thiers [a]) und Walſh hat an dieſen Fiſchen mehrere Entdeckungen in Rückſicht ihrer elektriſchen Eigenſchaften gemacht. Die Verſuche, welche jene Eigenſchaften zeigten, wurden mehrere Monate lang in London öffentlich angeſtellt.

Ein Zitteraal von 3 Fuß Länge iſt gewöhnlich an der dickſten Stelle ſeines Körpers zwiſchen 10 und 14 Zoll im Umkreiſe. Da die elektriſche Kraft dieſes Thiers weit ſtärker iſt, als beym Krampfrochen, ſo ſind auch ſeine elektriſchen Organe um vieles größer; wirklich iſt auch der Theil ſeines Körpers, der die meiſten animaliſchen oder ſolche Theile enthält, welche Fiſche von der nämlichen Gattung mit ihm gemein haben, beträchtlich kleiner, als der, welcher die elektriſche Kraft beſitzt, wenn gleich der letztere ſeine Nahrung und Wirkſamkeit von dem erſtern bekommt.

Der Kopf dieſes Thiers iſt groß und breit, flach, glatt und mit mehreren kleinen Löchern verſehen. Der Mund iſt groß, aber die Kinnbacken haben keine Zähne, ſo daß ſich dieſes Thier durch Saugen nährt, oder die Nahrung ganz hinunterſchlingt. Die Augen ſind klein, etwas platt, von bläulicher Farbe, und ſtehen ein wenig hinter den Naſenlöchern. Der Körper iſt bis zu einer beträchtlichen Entfernung von dem Kopfe breit, dick und rundlich; von da an nimmt er allmählig ab. Er iſt, von einigen Zollen hinter dem Kopfe an, der Länge nach in vier Theile getheilt, welche durch Linien deutlich von einander abgeſondert ſind. Die ſcharfe Kante am Unterleibe nimmt einige Zoll hinter dem Kopfe ihren Anfang, wird immer brei-

a) Philoſ. Tranſact. P. II. n. 39. p. 395.

breiter und breiter, und geht bis an den Schwanz, wo ſie am ſchmalſten iſt. Er hat zwey Bruſtfloſſen, und ſein After befindet ſich unten, mehr nach vorn hin, als jene Floſſen, folglich nicht weit vom roſtrum.

Dieſes Thier beſitzt zwey Paar elektriſche Organe, von welchen das eine größer iſt, als das andere, und den größten Theil der Länge des Körpers einnimmt. Sie ſind durch eigene Häute von einander abgeſondert, und mit Nerven aus dem Rückenmarke verſehen, welche paarweiſe zwiſchen den Rückgradswirbeln herauskommen.

Der Zitteraal beſitzt alle elektriſche Eigenſchaften des Krampfrochens, aber in einem weit höhern Grade. Sein Stoß wird durch Leiter der Elektricität fortgeleitet, und durch nicht-leitende Körper aufgehalten. Daher empfindet man den Stoß durch Waſſer, ohne daß man das Thier unmittelbar berührt, auch durch jede andere gemachte Verbindung; den ſtärkſten Schlag aber erhält man, wenn man das Thier außer dem Waſſer berührt, und die beſte Art, ſtarke Schläge zu erhalten, iſt die, daß man das Thier mit der einen Hand am Schwanze, und mit der andern am Kopfe faßt. Auf ſolche Art erhält man Erſchütterungen, die man nicht bloß in beyden Armen, ſondern auch ſehr ſtark in der Bruſt fühlt. Berührt man das Thier bloß mit einer Hand, ſo fühlt man darin nur eine Art von Zittern, das dem Zittern, welches der Krampfrochen unter gleichen Umſtänden hervorbringt, ganz ähnlich, nur ſtärker iſt. Auch die Kraft des Zitteraals, Stöße zu ertheilen, hängt von ſeiner Willkühr ab; ſo ertheilt er auch bisweilen ſehr ſtarke, bisweilen wieder ſehr ſchwache Stöße; die

ſtärkſten dann, wenn er durch häufiges und ſtarkes Berühren gereizt wird.

Legt man kleine Fiſche in das Waſſer, worin ſich der Zitteraal befindet, ſo werden ſie gemeiniglich durch einen Schlag betäubt und getödtet, worauf er ſie, wenn er hungrig iſt, verſchluckt. Die ſo betäubten Fiſche erholen ſich oft wieder, wenn man ſie geſchwind in ein andres Gefäß mit Waſſer thut.

Die ſtärkſten Erſchütterungen des Zitteraals pflanzen ſich fort, wenn auch die Verbindung ein wenig unterbrochen iſt. Sie laſſen ſich z. B. durch eine Kette leiten, um ſo mehr, wenn ſie nicht ſehr lang und ausgedehnt iſt, ſo daß ihre Glieder in beſſere Berührung kommen. Macht man in einen auf Glas befeſtigten Stanniolſtreifen einen Einſchnitt mit einem Federmeſſer, und läßt die Erſchütterung durch dieſen Streifen hindurchgehen, ſo wird ſich ein kleiner, aber ſehr lebhafter Funken zeigen, der ſich in einem dunkeln Zimmer ſehr deutlich bemerken läßt.

Walſh hat an dem Zitteraale noch eine andere Entdeckung gemacht. Er bemerkte nämlich an dieſem Thiere eine neue Art von Sinn, mit deſſen Hülfe es wußte, ob die Körper, die ſich ihm näherten, ſolche waren, welche den Stoß empfangen konnten, d. i. Leiter, oder Körper von anderer Beſchaffenheit; denn im dem erſtern Falle ertheilte das Thier den Stoß, im letztern aber nicht. Dieſe wunderbare Eigenſchaft zu zeigen, ſtellte er mehrere Verſuche an, von welchen der überzeugendſte folgender war. Zwey Dräthe wurden mit ihren Enden in ein Gefäß mit Waſſer gelegt, in dem ſich der Fiſch befand, ſodann umgebogen und eine große Strecke fortgeführt; endlich endigten ſie ſich

in zwey beſondern mit Waſſer gefüllten Gefäßen. Dieſe Dräthe wurden in einer beträchtlichen Entfernung von einander von Nichtleitern getragen, mithin war die Verbindung nicht vollkommen. Legte nun Jemand die Finger beyder Hände in die Gefäße, worin ſich die Dräthe endigten, d. h. die Finger der einen Hand in das eine, und die der andern in das andere Gefäß, ſo war die Verbindung vollkommen. Nun bemerkte man beſtändig, daß ſich das Thier, wenn die oben beſchriebene Verbindung unterbrochen war, den Enden der Dräthe nie abſichtlich näherte, wie es zu thun pflegte, wenn es einen Schlag geben wollte. Sobald aber die Verbindung entweder durch eine Perſon oder ſonſt durch einen Leiter wieder hergeſtellt wurde, ſo kam das Thier augenblicklich zu den Dräthen, und ertheilte den Stoß, wenn es gleich nicht ſehen konnte, daß die Verbindung wieder ergänzt worden war.

D. Schilling [b]), Arzt der Colonie zu Surinam, wollte durch Verſuche einen beträchtlichen Einfluß des Magnets auf dieſen Fiſch wahrgenommen haben. Bey der Annäherung eines armirten Magnets ward der Fiſch zuerſt unruhig, und bey der Berührung mit demſelben ſtark erſchüttert. Legte man den Magnet ins Waſſer, ſo ward der Fiſch nach einiger Zeit ganz ſtill, und näherte ſich von ſelbſt dem Magnete, als ob er von dem umgebenden Waſſer angezogen und zurückgehalten würde. Nach einer halben Stunde zog er ſich ſehr geſchwächt vom Magnete wieder zurück, hatte

b) Nouv. mém. de Berlin. 1770. p. 68. imgl. Obſerv. phyſ. de torpedine piſce in diatribe de morbo in Europa pene incognito, quem Americani Jaws vocant. Traj. ad Rhen. 1770.

hatte aber nun alle Erſchütterungskraft verloren, ſo daß man ihn ohne Schaden berühren und in die Hände nehmen konnte. Die beyden Pole des Magnets ſchienen wie mit Feilſpänen überzogen. Der Fiſch erlangte einige Kraft wieder, nachdem man ihn ein Paar Tage mit Brodt gefüttert hatte; als man aber Eiſenfeile ins Waſſer warf, ſammlete er bald alle vorige Kraft von neuem.

Dieſe Verſuche ſind von Vielen als ein Hauptbeweis für die Identität der Elektricität mit dem Magnetismus angeſehen worden. Allein ſchon Walſh hat ſie als völlig ungegründet gefunden.

Nordlicht, und einige andere feurige Lufterſcheinungen.

Die prächtige Erſcheinung des Nordlichts hat die Phyſiker von jeher beſchäftigt, und verſchiedene Hypotheſen veranlaßt. Die bisher gewöhnlichſte Meynung war die, daß ſie von den Ausdünſtungen unſerer Erde entſtehe, und folglich eine bloße Lufterſcheinung ſey. Dieſe Erklärung hat aber unter den Phyſikern Schwierigkeiten gefunden, indem man ſie verſchiedenen Beobachtungen zu Folge als unzulänglich angeſehen hat. Dieſe Beobachtungen betreffen vorzüglich die Höhe, in welcher ſich gewöhnlich die Nordlichter befinden. Die Nordlichter werden zu allen Jahrszeiten geſehen, am häufigſten aber nach der Herbſt- oder vor der Frühlingsnachtgleiche. Herr von Mairan hat 229 beobachtete Nordlichter den Monaten nach in folgende Tabelle gebracht:

Januar	21	May	1	Sept.	34
Februar	27	Jun.	5	Oct.	50
März	22	Jul.	7	Nov.	26
April	12	Aug.	9	Dec.	15

Man hat es allerdings ſchwer gefunden, die Parallaxen des Nordlichts zu meſſen, und daraus ſeine Höhe über der Erdfläche anzugeben, weil zwey Beobachter an entfernten Orten nie verſichert ſeyn können, beyde denſelben Punkt des Phänomens getroffen zu haben. Doch vereinigen ſich alle hierüber angeſtellte Erfahrungen dahin, daß die Höhe des Gegenſtandes, den man bey dieſer Erſcheinung ſieht, ſehr groß ſeyn müſſe. Dieß erhellet auch ſchon daraus, weil man ein und eben daſſelbe Phänomen auf einem ſo großen Theile der Erdfläche ſieht. Ueberdieß hat auch die Erfahrung gelehrt, daß die Nordlichter in keiner beſtimmten Verbindung mit der Witterung ſtehen, woraus es wahrſcheinlich wird, daß ſie über die Gränzen des Luftkreiſes hinaus liegen, und nicht zu den eigentlichen Meteoren gehören.

Mairan berechnet aus Beobachtungen der Höhe des lichten Bogens am 19ten Octob. 1726, welche Godin zu Paris 37°, der Cardinal Polignac zu Frescati bey Rom 20° gefunden hatte, die Höhe des leuchtenden Stoffs = 266¾ franzöſ. Meilen, welches auf 160 geographiſche Meilen beträgt, und die wahrſcheinliche Höhe des Luftkreiſes bey weitem übertrifft, obgleich Mairan ſich dadurch irrig verleiten läßt, den Luftkreis ſelbſt für ſo hoch zu halten. Bergmann c) ſetzt dieſe Höhe auf 50 bis 90, ja bisweilen auf 150 ſchwediſche Meilen.

Auch hat man Verbindungen des Nordlichts mit der Elektricität und dem Magnetismus wahrnehmen wol-

c) Abhandl. der Schwed. Ak. d. Wiſſ. B. XXVI. S. 200. f. B. XXVIII. S. 230. d. Ueb.

wollen. Von der Elektricität führt Winkler [d]) einige Beobachtungen an, welche aber nichts entſcheiden. Bergmann [e]) verſichert dagegen, nie den mindeſten Einfluß des Nordlichts auf die Luftelektricität bemerkt zu haben.

Von der Magnetnadel haben Celſius und Hiorter [f]) zuerſt bemerkt, daß ſich ihre Abweichung beym Nordlicht merklich ändere, und gleichſam hin und her zu ſchwanken ſcheine. Einige Beobachtungen hievon hat auch Winkler [g]) geſammlet. Dieß hat man bisher immer als eine beſtätigte Erfahrung angeſehen; allein es iſt doch merkwürdig, daß der P. Hell 1769 zu Wardhus nichts davon wahrgenommen hat.

Auch hat man wahrgenommen haben wollen, daß dieſe Erſcheinung, und beſonders das Aufſteigen der Lichtſäulen, mit einem Geräuſch, wie das Sauſen eines entfernten Windes, begleitet ſey. Dieß würde anzeigen, daß der Stoff des Nordlichts nicht ſo weit von uns entfernt wäre, oder ſich zuweilen bis in den Luftkreis erſtreckte. Muſſchenbroek führt hierüber die Zeugniſſe der grönländiſchen Wallfiſchfahrer an, und Wargertin [h]) beruft ſich auf D. Gißler's Beobachtungen im nördlichen Schweden. Bergmann aber hat

d) Progr. conjectura de vi electrica vaporum ſolarium in lumine boreali. Lipſ. 1763. 4.

e) Philoſ. Tranſact. Vol. LII. P. II.

f) Abhandl. d. Schw. Ak. d. Wiſſ. B. IX. S. 30. f. B. XII.

g) Progr. de commercio luminis borealis cum acu magnetica. Lipſ. 1767. 4.

h) Abhandl. der Schwed. Akad. der Wiſſenſch. B. XIV. S. 169. B. XV. S. 85. f.

hat nichts hievon wahrnehmen können, und bemerkt, die Bewegung mache den Beobachter geneigt, jedes Säuſeln, das er etwa aus andern Urſachen höre, dem Nordlichte zuzuſchreiben.

Gegen die Meynung derjenigen, welche die Erſcheinungen des Nordlichts von irdiſchen Dünſten herleiten, führt de Mairan an, daß ſie nicht beſtehen könne: 1. wegen der großen Höhe des Nordlichts, 2. wegen der langen Unterbrechungen, welchen doch Regen, Donner, Höfe, Nebenſonnen u. d. g. nicht ausgeſetzt ſind, 3. wegen der Erſcheinungen ſelbſt, beſonders der beſtändigen Stellung gegen Norden, die ſich aus den Dünſten gar nicht erklären läßt, da dieſe in den ſüdlichen Ländern weit häufiger ſind, 4. wegen der Monate, in welchen die Nordlichter am ſeltenſten ſind, und in welchen gerade die meiſten Dünſte aufſteigen.

Viele andere Phyſiker haben das Nordlicht für eine optiſche Erſcheinung gehalten, und aus dem Wiederſcheine des um den Nordpol befindlichen Schnees und Eiſes erklärt, welches die Sonnenſtrahlen gegen die hohle Fläche der obern Schichten des Dunſtkreiſes zurückwerfe, von welcher ſie durch eine zweyte Zurückwerfung in unſer Auge gelangten. Dieſe Meynung, welche ſchon Carteſius vorgetragen hat, hat Samuel von Triewald [i]) durch folgenden Verſuch erläutern wollen. Er ließ den Sonnenſtrahl durch eine enge Oeffnung in ein dunkeles Zimmer auf ein Prisma fallen, welches ihn auf die obere Fläche des in einem Glaſe befindlichen Branntweins ſchickte, da alsdann die farbigen Strahlen an einer weißen Tafel einen ſo natürlichen Nordſchein abmahlten, daß

i) Abhandl. der ſchwed. Akad. d. Wiſſenſch. B. VI. S. 103.

daß dieſem nichts ähnlicher ſeyn konnte; und da die Oberfläche des Branntweins bald von dem gefärbten Sonnenlichte erwärmt ward, und folglich ausdunſtete, ſo konnte man auch bewundernswürdige Bewegungen an der Tafel wahrnehmen, auf welcher plötzlich blitzende Strahlen hervorſchoſſen, und ſich nachher in gefärbte Wolken verwandelten, welche ihre Stellen gegen einander auf unendliche Art veränderten; kurz, man ſahe alle Erſcheinungen, die nur ein natürlicher Nordſchein zeigt, und mit eben ſo vielen Veränderungen.

Dieſer Erklärung ſetzt Mairan entgegen, ſie mache das Nordlicht zu einer wahren Dämmerung, die ſich beſtändig zeigen, auch nach den Geſetzen der Dämmerung ab- und zunehmen müßte; ſie ſetze bey der Höhe des lichten Bogens in unſern Ländern 300 franz. Meilen hoch noch Lufttheile oder Wolken voraus, die das Licht zurückwürfen; durch dieſe würde man die Sterne nicht ſehen können, wie durch den Schimmer des Nordſcheins; die Höhe des Bogens richte ſich nicht nach der Abweichung der Sonne; das Licht müßte nach dieſer Erklärung unten am ſtärkſten ſeyn, wo ſich doch das dunkle Segment zeige; endlich ſey das allgemeine Zittern des ganzen Himmels nebſt den beſondern Umſtänden des Nordlichts auf dieſe Art gar nicht zu erklären.

Indeſſen iſt die Meynung, daß das Nordlicht eine optiſche Erſcheinung ſey, wieder von dem P. Hell [i]) angenommen worden, welcher bey ſeinem Auf-

i) Aurorae borealis theoria nova in Append. ad ephemerides aſtron. anni 1777.

Aufenthalte zu Wardhus in Norwegen im Jahre 1769 das Nordlicht zu einem Hauptgegenſtande ſeiner Beobachtungen gemacht hatte. Er bemüht ſich, die Erſcheinungen durch Eistheilchen mit platten Flächen zu erklären, welche in den nördlichen Gegenden des Luftkreiſes bis auf eine große Höhe ſchweben, und das Licht der Sonne ſowohl, als des Mondes, nicht bloß ein- oder zweymal, ſondern ſehr vielmal zurückwerfen ſollen. Es fallen hiebey freylich einige der vorhin genannten Schwierigkeiten hinweg, z. B. die große Höhe, welche man aus den Parallaxen geſchloſſen hat, da bey einer bloß optiſchen Erſcheinung, bey der jeder Zuſchauer etwas anders ſieht, die Methode der Parallaxen gar nicht mehr anzuwenden iſt; ferner der Einwurf, daß man Nordlichter ſieht, wenn die Sonne 60 Grad tief unter dem Horizonte und der Mond neu iſt, weil nach dieſer Hypotheſe ſehr viele Reflexionen vorgehen, und immer ein Eisblättchen dem andern den Sonnenſtrahl zuwirft. Auch erklärt ſich die Unterbrechung und Bewegung des Phänomens, da nicht immer Eisblättchen vorhanden ſind, und die vorhandenen vom Winde mannichfaltig bewegt werden; und endlich die große Stärke des Lichts, da freylich platte Flächen leicht 100mal mehr Licht auf einen Ort werfen können, als Kügelchen, woraus die Dünſte und Wolken beſtehen und die das Licht zerſtreuen. Allein es bleibt allemal noch unbegreiflich, daß gefrorne Eisblättchen ſo hoch im Luftkreiſe ſchweben ſollen, als hiebey noch immer erfordert wird, und wie man durch ſie Fixſterne ſehen könne.

Faſt keine Hypotheſe in der Phyſik iſt mit ſo vielem Fleiße, Scharfſinn, Witz und Beleſenheit ausgeführt worden, als die, nach welcher Herr von Mairan

ran m) das Nordlicht aus Dämpfen der Sonnenatmoſphäre ableitet. Da man es als beſtätigt annahm, daß die Erde bisweilen in die Gränzen der Sonnenatmoſphäre eintritt, ſo ſucht Herr von Mairan den Grund des Nordlichts in der alsdann entſtehenden Vermiſchung beyder Atmoſphären der Sonne und der Erde. Die Theile der erſtern, welche der Erde nahe genug kommen, um gegen ſie mehr Schwere als gegen die Sonne zu erhalten, fallen in den Luftkreis herab, werden durch die Umdrehung und Schwungkraft der Lufttheile gegen die Pole der Erde, wo kein Schwung ſtatt findet, hingetrieben, und bleiben in den höchſten Luftſchichten ſchweben, mit welchen ſie gleiche ſpecifiſche Schwere haben. Die niedrigern Schichten enthalten die gröbern dunklern Theile, welche das Segment und die dunkeln Wolken bilden, auf welchen die Luftſäulen aufſtehen. Ueber dieſen ſchwebt der feinere Stoff, der entweder an ſich brennend, oder durch Reibung und Gährung mit der Erdluft entzündet iſt. Dieß alles geſchieht in einer beträchtlichen Höhe über der Erde, daher das Licht noch ſehr weit vom Nordpole geſehen werden kann. Die weſtliche Abweichung des Bogens wird ſinnreich erklärt. Nämlich, da ſich die Erde von Abend gegen Morgen drehet, ſo tritt die Abendgegend des Luftkreiſes am ſpäteſten in die Sonnenatmoſphäre ein. Auf der Morgenſeite hat der feine Stoff den Tag über ſchon Zeit gehabt, ſich zu vertheilen, oder nahe an den Pol zu ziehen; gegen Abend zu iſt er aber noch in großer Menge und in voller

m) Traité phyſique et hiſtorique de l'aurore boreale in den Mémoir. de Paris 1731. Auch beſond. Paris 1733. 4. und ſehr vermehrt 1754. 4. imgl. Eclairciſſements ſur le traité phyſique &c. p. Mr. *de Mairan* in den Mém. de Paris 1748.

voller Bewegung, daher erſcheint das Licht mehr weſtwärts.

Hieraus erklärt der Herr von Mairan die Entſtehung des dunkeln Segments, der hellen Bogen, der Lichtſäulen und Strahlen, der Zitterungen und Blitze, der Krone am Zenith u. ſ. w. ſehr ungezwungen. Es giebt faſt keinen Umſtand, der ſich nicht ſeiner Hypotheſe ſehr leicht anpaſſen ließe. Hierauf giebt er eine Darſtellung von der Lage des Sonnenäquators und der Atmoſphäre um denſelben gegen die Erdbahn, zeigt daraus, zu welchen Jahrszeiten die Erde der Sonnenatmoſphäre am nächſten komme und ſich am meiſten in ſie einſenken könne, und findet, daß dieß gerade in eben den Monaten geſchieht, in welchen man die meiſten Nordlichter beobachtet hat. Endlich beweißt er aus den Beobachtungen des Thierkreislichts, daß ſich die Sonnenatmoſphäre bald erweitere, bald enger zuſammenziehe, daher die Erde bey manchen Umläufen auf ſie treffen, bey andern ſie verfehlen könne. Hieraus erklärt er die langen Unterbrechungen der Erſcheinung von Nordlichtern, indem er zeigt, daß ſie gerade in den Jahren gefehlt haben, in welchen man das Zodiakallicht gar nicht, oder nur ſchwach, hat bemerken können.

Da dieſe Hypotheſe mit einer ſo bewundernswürdigen Leichtigkeit faſt alle Erſcheinungen, die beym Nordlichte vorkommen, erklärte, ſo iſt es nicht zu verwundern, daß ſie zu ihrer Zeit ſehr viele Anhänger gefunden hat. Allein Euler [n]) und d'Alembert [o]) haben wichtige Zweifel dagegen gemacht, obgleich

n) Mémoir. de l'Acad. de Pruſſe. an. 1746.

o) Opuſcules mathemat. Tom. VI. p. 33.

gleich von Mairan [p]) die Euler'ſchen ganz glücklich zu heben gewußt hat. Euler ſelbſt iſt geneigt zu glauben, daß das Nordlicht von eben der Urſache herrühre, welche mache, daß die Kometenſchweiſe aufſteigen und ſich allezeit von der Sonne abwärts kehren. Der wahrſcheinlichſte Grund, den die Aſtronomen von der letztern Begebenheit angeführt haben, iſt, daß die Sonnenſtrahlen an die weite Dunſtkugel des Kometen ſtoßen, und die zarteſten und leichteſten Theilchen daraus abſondern, mit ſich führen, oder nach der andern Seite des Kometenkörpers jagen, und alſo auf die Seite bringen, wo des Kometen Schatten hinfällt, bis ſie gänzlich zerſtreuet werden. Eben ſo, glaubt Euler, ſtießen die Sonnenſtrahlen an unſere Luft, und würden der Erde einen Kometenſchweif geben, wenn unſer Dunſtkreis an zarten Dünſten ſo reich wäre, als die Luft des Kometen. Indeſſen richten die Strahlen gleichwohl etwas aus, und ſetzen allemal die obere Luft, wo ſie anſtoßen, in einige Bewegung. Dieſes geſchieht vornämlich bey den Polen, wo die Luft mehr als die Hälfte des Jahrs der Wirkung dieſer Strahlen ohne Unterlaß ausgeſetzt iſt, aber näher bey dem Aequator iſt es nicht zu bemerken, weil die Strahlen daſelbſt nie über zwölf Stunden nach einander in einerley Lufttheilchen wirken, und ſich dieſe Lufttheilchen, wegen der täglichen Umdrehung der Erde um ihre Axe, allemal in andern zwölf Stunden den Strahlen entziehen.

Seitdem man den Blitz für eine elektriſche Erſcheinung erkannt, und die Elektricität der Atmoſphäre wahrgenommen hat, ſind die Naturforſcher geneigt worden, das Nordlicht aus der Elektricität zu erklären.

p) Mémoir. de l'Acad. de Paris. an. 1747.

ren. Der erſte, welcher auf dieſen Gedanken kam, war Canton [q]). Die Veranlaſſung hiezu gab ihm folgender Verſuch: Er machte eine Torricelliſche luftleere in einer ohngefähr 3 Fuß langen gläſernen Röhre, und verſchloß ſie hermetiſch. Hielt er nun das eine Ende der Röhre in ſeiner Hand, und brachte das andere an den Leiter, ſo ward ſofort die ganze Röhre von einem Ende bis zum andern leuchtend; nahm er ſie vom Leiter hinweg, ſo blieb ſie noch ferner eine beträchtliche Zeit, öfters über eine Viertelſtunde lang, erleuchtet. Rieb er ſie nachher mit der Hand hin und her, ſo ward das Licht ungemein lebhaft, und erſchien ganz ununterbrochen von einer Hand zur andern, ſogar ihrer ganzen Länge nach. Nach dieſer Operation, welche die Röhre größtentheils entladete, ſah man in ihr hie und da ein Aufblitzen, ungeachtet man ſie nur an dem einem Ende, und ganz ſtill hielt. Faßte man ſie aber alsdann mit der andern Hand, an irgend einem Theile ihrer ganzen Länge, an, ſo ſchoſſen beſtändig lebhafte Lichtſtrahlen von dem einen Ende nach dem andern, und dieſes dauerte 24 Stunden, und vielleicht noch länger, ohne ein neues Elektriſiren nach einander fort. Wenn kleine und lange luftleere und manche irregulaire Art und unter mancherley Winkeln gebogene Glasröhren im Finſtern gehörig elektriſirt wurden, ſo ſtellten ſie die Erſcheinung ſehr ſchöner Blitze dar. Er fragt, ob nicht vielleicht das Nordlicht ein Uebergang der Elektricität aus poſitiven Wolken in negative durch den obern Theil der Atmoſphäre ſey? Er behauptet, daß der Nordſchein, welcher ſich zu der Zeit, da die Magnetnadel durch die Hitze der Erde in Unordnung geräth, nichts anders, als die Elektrici-

q) Philoſ. Tranſact. Vol. XLVIII. P. II. p. 784. Vol. LI. P. I. p. 403.

tricität der erhitzten Luft über derſelben ſey, wie dieß vornämlich in den nordlichen Gegenden zu erſehen iſt, indem die Veränderung der Hitze der Luft in dieſen Gegenden am größten iſt.

Dieſe Lehrmeynung, ſagt Canton, ſcheint nicht unwahrſcheinlich zu ſeyn, wenn man erwägt, daß man die Elektricität nunmehr als die Urſache des Blitzes und Donners kennt; daß man ſie zur Zeit eines Nordſcheins aus der Luft herausgebracht hat; daß die Bewohner der nordlichen Länder den Nordſchein alsdann vorzüglich ſtark bemerken, wenn ſich nach einer ſtrengen Kälte plötzlich Thauwetter einſtellt; und daß die in dieſer Sache Forſchenden nunmehr eine Subſtanz kennen gelernt haben, welche ohne Reibung bloß vermittelſt der Vermehrung oder Verminderung ihrer Wärme das elektriſche Fluidum ſowohl von ſich läßt, als auch in ſich zieht, nämlich den Tourmalin, an welchem er dieſe Eigenſchaft entdeckt hatte.

Canton bemerkt, daß er die Luft bisweilen bey heller Witterung elektriſch gefunden habe, nie aber zur Nachtzeit, außer wenn ſich ein Nordlicht zeigte, und zwar alsdann nur in einem geringen Grade. In wie fern ſich aus der poſitiven und negativen Elektricität der Luft, nebſt einer gehörigen Feuchtigkeit dazwiſchen, um zum Leiter zu dienen, dieſe und andere Luftzeichen, welche man bisweilen bey heiterm Himmel wahrnimmt, erklären laſſen, überläßt er fernern Unterſuchungen.

Beccaria r) erklärte nun das Nordlicht ebenfalls für ein ſichtbares Ueberſtrömen der Elektricität, welche Meynung nun faſt allgemein wurde.

Die

r) Lettere dell' elettriciſmo. Bologna 1758. 4. p. 272.

Die erſte förmliche Theorie hierüber hat Eberhard [s]) entworfen. Nach ſeiner Meynung ſind die Sonnenſtrahlen, die auf den obern Theil der Polarluft fallen, noch nicht im Stande, dieſelbe zu erwärmen; ſie erſchüttern ſie nur und erregen ihre Elektricität, die ſich in dieſen Gegenden wegen der Kälte und Trockenheit vorzüglich ſtark äußert.

Zu gewiſſen Zeiten zeigt ſich an den in der Luft erhabenen Gegenſtänden, beſonders an Metallen, eine feurige Erſcheinung, wobey aus den Spitzen und Ecken der erhabenen Gegenſtände oft rauſchende Funken ausſtrömen, welche eine Zeitlang ohne Schaden fortdauren. Vornämlich zeigt ſich dieſe Erſcheinung an den Spitzen der Maſtbäume, an den hervorragenden Theilen der Schiffe bey Stürmen, an den Spitzen der Kirchthürme u. ſ. f.

Dieß Phänomen war ſchon den Alten bekannt, und man nennt es gewöhnlich das Wetterlicht, St. Elmusfeuer; die Portugieſen heißen es corpo ſanto, die Holländer vrede vyer, die Engländer comazauti und die Niederdeutſchen Weerlicht.

Von den Neuern handeln hievon Conr. Gesner [t]), und der Ritter von Forbin [u]). Letzterer giebt folgende Erzählung: "Im Jahr 1696 zog ſich plötzlich während der Nacht ein ſchwarzes Gewölk zuſammen,

s) Halliſche Intelligenzbogen v. 1758. Num. 49. und nachher in ſ. vermiſchten Abhandlungen aus der Naturlehre. Halle 1759. 8. Th. I. S. 130. f.

t) Commentar. de lunariis, et obiter de aliis etiam rebus, quae in tenebris lucent. Tiguri 1555. 8.

u) Mémoires. T. I. p. 368. und im Hamb. Magaz. B. VII. S. 425.

men, wobey entſetzliche Blitze und Donnerſchläge entſtanden. Weil ich einen ſtarken Sturm befürchtete, ließ ich alle Seegel einziehen. Wir ſahen auf dem Schiffe mehr als 30 St. Elmusfeuer. Eines unter andern befand ſich oben auf dem Windflügel des großen Maſtes, welches mehr als 1½ Fuß hoch war. Ich ſchickte einen Matroſen hinauf. Als er oben war, hörte er dieſes Feuer ein Geziſch machen, als wenn man angefeuchtetes Schießpulver anzündet. Ich befahl ihn, den Flügel abzunehmen und damit herunter zu kommen. Kaum hatte er ihn aber von der Stelle weggenommen, ſo gieng das Feuer davon weg, und ſetzte ſich auf die Spitze des Maſtes, ohne daß man es hätte davon abbringen können. Es blieb daſelbſt ziemlich lange, bis es nach und nach vergieng. Der gedrohete Sturm hatte weiter keine Folgen, als einen ſtarken Regen, der etliche Stunden dauerte."

Aehnliche Beſchreibungen dieſer Art finden ſich in einem von Forskål an Wilke erlaſſenen Briefe x), von Jallabert und de Sauſſûre y), von Nicholſon z), und von dem Prediger Spanholz zu Lichen in der Ukermark.

Seitdem der Blitz als ein elektriſches Phänomen erkannt wurde, hat man auch das St. Elmusfeuer für eine ſolche Erſcheinung gehalten. Man iſt allgemein der Meynung geweſen, daß die in der Luft angehäufte elektriſche Materie durch dieſe Gegenſtände, als Leiter derſelben, zur Erde geführt werde.

Von

x) Schwed. Abhandlung. B. XXI. S. 163. f. der deutſ. Ueberſ.

y) Hiſtoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1767.

z) Philoſ. Tranſact. Vol. LXIV. p. 351.

Von dem ſogenannten Wetterleuchten, oder einer Art von Bliß, wobey man keinen Donner hört, auch keinen gedrungenen Feuerſtrahl ſchießen ſieht, ſondern bloß einen ausgebreiteten ſogleich wieder verſchwindenden Schein bemerkt, haben die Naturforſcher noch wenige zuverläſſige Nachrichten bekannt gemacht. Watſon a) beſchreibt es unter dem Nahmen Coruſcation, und vergleicht es mit den Säulen und dem Glanze des Nordlichts. Etwas ähnliches hat auch Miles an geriebenen Glasröhren bemerkt.

Bergmann b) bemerkt, daß unter den Lufterſcheinungen, welche die Naturforſcher nicht vollkommen haben erklären können, beſonders der Bliß ohne Donner gehöre. Dieſe Erſcheinungen ſeyen ohne Zweifel von mehrerley Art, und rührten von ungleichen Urſachen her. Er führt einige Beobachtungen vom Wetterleuchten an, und glaubt, daß, um Bliß ohne Donner zu erhalten, ſich viele Wege denken laſſen. Er führt einige an, von welchen man mit Sicherheit wiſſe, daß ſich die Natur ihrer bediene: 1. ein ſo weit entfernter Donner, daß man nur den Bliß ſieht und den Knall nicht hört; 2. wenn zarte Dünſte ſehr hoch ſteigen, und andern Sammlungen von Dünſten das elektriſche Feuer mittheilen oder aus ihnen in ſich nehmen, ſo ereigne ſich ein Glanz ohne Donner, weil die umliegende Luft, ihrer Dünne wegen, keinen merklichen Schall fortpflanzen könne. Daß die Dünſte ſehr hoch ſteigen könnten, davon überzeugten uns Bouguers Bemerkungen, da er auf den Cordilleras war; das übrige laſſe ſich hinlänglich aus der

a) Philoſ. Tranſ. Vol. XLVII. p. 367.

b) Abhandl. der ſchwed. Akad. der Wiſſenſch. B. XXII. S. 62. f. der deutſ. Ueberſ.

der elektriſchen Theorie des Donners erläutern, und mit elektriſchen Verſuchen im luftleeren Raume beſtätigen. Der ſogenannte Kornbliß, oder das Wetterleuchten zur Erndtezeit, werde oft von den beyden eben erwähnten Umſtänden verurſacht werden.

Meynungen über das Weſen der Elektricität.

Nachdem du Fay die beyden entgegengeſetzten Elektricitäten, welche er die glashafte und harzige Elektricität nannte, entdeckt hatte, kam er auf die Vorſtellung von zwey verſchiedenen elektriſchen Flüſſigkeiten, welche in Anſehung ihrer ſelbſt ſich zurückſtoßen und einander anziehen. Allein davon hatte er keinen Begriff, daß dieſe beyden Arten bey jeder elektriſchen Operation vorhanden wären, und daß ſie beyde allemal durch Glas und Harz allein hervorgebracht würden. Das Anziehen und Zurückſtoßen erklärte er aus gewiſſen die elektriſirenden Körper umringenden Wirbeln. Wenn eine Pflaumfeder, ſagt er, auf die geriebene Glasröhre fällt, ſo wird ſie ſogleich in die Höhe zurückgeſtoßen, und man kann aus der Höhe, in welcher ſie über der Röhre ſchwebt, auf diejenige Schicht des Wirbels ſchließen, welche Kraft genug hat, das Gewicht der Feder zu tragen; denn ſchneidet man die Feder in kleine Stückchen, ſo halten ſich dieſe in weit größern Entfernungen. Die Erklärung iſt leicht. Sobald nämlich die Feder die Röhre berührt hat, wird ſie elektriſirt, und bekommt ſelbſt einen kleinen elektriſchen Wirbel um ſich. Dadurch wird ſie zurückgeſtoßen, bis ihr Wirbel, der ſich nach der entgegengeſetzten Richtung gegen den Wirbel der Röhre auszubreiten ſucht, zerſtreut, oder wenigſtens beträchtlich vermindert iſt. Du Fay erklärt ſich aber nirgends darüber, wie er ſich den Unterſchied zwiſchen

den Wirbeln beyder Elektricitäten und die Urſache ihrer Anziehung vorſtelle.

Die Erſcheinungen des ausſtrömenden Lichts, des Blaſens, das man dabey fühlt, des elektriſchen Funkens und des phosphoriſchen Geruchs fiengen an, die Phyſiker auf die Vermuthung einer eigenen elektriſchen Materie zu führen, welche einige für einen ganz eigenen Grundſtoff, andere für das Elementarfeuer, noch andere, wie Boulanger c), für die feinern Theile der Atmoſphäre hielten, welche ſich beym Reiben nach Wegnehmung der gröbern Theile auf den Oberflächen der Körper anhäuften. Man glaubte, dieſe Materie habe ihren Sitz vorzüglich in den elektriſchen Körpern, werde durch das Reiben loß gemacht und in Thätigkeit geſetzt, und fahre aus den geriebenen Körpern in die daran gebrachten Leiter.

Als man aber fand, daß die Elektricität des Reibzeuges gerade das Gegentheil von der Elektricität des Leiters, und in aller Abſicht mit derjenigen einerley war, welche man vorher durch das Reiben des Siegellacks, Schwefels, Harzes u. ſ. f. hervorgebracht hatte, mithin ſah, daß die beyden Elektricitäten zugleich von ein und eben demſelben elektriſchen Körper, und vermittelſt ein und eben deſſelben Reibens, hervorgebracht würden: ſo zogen alle Elektriſirer, und unter andern auch du Fay ſelbſt, daraus den Schluß, daß beyde nichts weiter, als zufällige Modificationen ein und eben derſelben Flüſſigkeit wären; und darauf ward die alte Lehre von den verſchiedenen Elektricitäten durchgängig abgeſchaft.

Die

c) Traité de la cauſe et des phénomènes électr. Paris, 1750. 8.

Die merkwürdigſte der damaligen Theorien iſt des Abts Nollet Hypotheſe der gleichzeitigen Aus- und Zuflüſſe. Dieſer geſchickte Experimentator bewieß zuerſt das Daſeyn einer elektriſchen Materie, die weit feiner als die Luft ſey, ſich auch nicht in Wirbeln, ſondern in geraden Linien bewege, und Atmoſphären um elektriſche Körper bilde. Dieſe Materie ſtrömt nach ſeiner Meynung aus dem elektriſirten Körper aus, zu gleicher Zeit aber ſtrömt eben ſo viel davon aus den benachbarten Körpern, ja ſelbſt aus der anliegenden Luft, in den Körpern hinein. Bey ſtarker Elektricität entzünden ſich dieſe Ströme durch den Stoß ihrer Strahlen, und werden leuchtend. Die Zwiſchenräume, aus welchen die Materie ausgeht, ſind nicht ſo zahlreich, als die, wodurch ſie eindringt. Die ausſtrömende Materie bildet Büſchel von divergirenden Strahlen, welche, wenn ſie auch in einiger Entfernung nicht mehr ſichtbar ſind, doch noch immer weiter fortgehen. Dieſe Materie durchdringt die Leiter ſehr leicht, die Nichtleiter aber ſchwer oder gar nicht, wenn ſie nicht gerieben oder erwärmt werden. Sie iſt überall verbreitet, und wahrſcheinlich einerley mit dem Elementarfeuer, nur daß ſie ſich bisweilen mit einigen feinen Theilen der Körper verbindet.

Aus dieſen Sätzen erklärt nun Nollet das Anziehen und Zurückſtoßen leichter Körper auf folgende Art. Die Ausflüſſe geſchehen aus wenigen Punkten und büſchelförmig, die Zuflüſſe nach allen Punkten. Ein leichter kleiner Körper wird alſo in einiger Entfernung von den zufließenden Strömen ergriffen, und ſtärker fortgeführt, als ihn die durch die Divergenz geſchwächten Strahlen der Ausflüſſe wegtreiben. So fliegt er bis an den elektriſirten Körper, wo die aus-

fließenden Büſchel näher beyſammen ſind, und ihn alſo zurückſtoßen. Während dieſer Zeit wird er ſelbſt durch Mittheilung elektriſirt, d. h. es entſteht Ausfluß aus ſeinen eigenen Poren, und Einſtrömen in dieſelben. Unter dieſen Umſtänden kann er nicht wieder angezogen werden, weil ſeine Ausflüſſe den Ausflüſſen des andern Körpers entgegengeſetzt ſind. Verliert er aber ſeine Elektricität durch die Berührung mit andern Körpern, ſo kehrt er wieder in ſeinen anfänglichen Zuſtand zurück, und wird aufs neue angezogen.

Zwiſchen den beyden verſchiedenen Arten der Elektricitäten des Glaſes und des Harzes ſcheint Nollet keinen Unterſchied weiter anzunehmen, als daß jene ſtärker, dieſe ſchwächer ſey.

Die zufällige Entdeckung der Leydner Flaſche legte den Phyſikern der damaligen Zeit ein unerklärbares Räthſel vor. Nollet verſuchte ſeine Hypotheſe darauf anzuwenden, ohne jedoch gehörige Rückſicht auf die verſchiedenen Elektricitäten der beyden Seiten des Glaſes zu nehmen. So hatte er alſo nicht einmal einen richtigen Begriff von der Ladung der Flaſche, die er überhaupt nur für Ueberfüllung mit elektriſcher Materie annahm. Die Erſchütterung beym Entladen erklärte er durch das Zuſammenſtoßen zweyer elektriſcher Ströme, wovon der eine aus der innern, der andere aus der äußern Seite der Flaſche komme, die ſich im Körper der entladenden Perſon begegneten, und dadurch die in ihr enthaltene elektriſche Materie erſchütterten. Ganz wider die Erfahrung nahm er an, man könne auch iſolirte Flaſchen laden; denn ſeine Hypotheſe enthält keinen Grund, warum es unmöglich ſeyn ſollte. Eben ſo läugnet er beym Entladen die Nothwendigkeit der Verbindung beyder

Seiten, und meint, man dürfe nur die äußere Seite mit dem Conduktor der Maſchine verbinden, gerade als ob dieß nicht auch eine Verbindung beyder Seiten wäre. In ſeinem Verſuche nämlich iſt der Conduktor mit der innern Seite durch ein Vacuum verbunden, welches ſo gut als ein Leiter iſt.

Nach Einigen, und vornämlich nach Wilſon, iſt die wirkende Haupturſache bey allen elektriſchen Operationen nichts anders, als der Aether, welcher in allen Körpern mehr oder weniger dicht iſt, nach dem Verhältniſſe der Weite ihrer Zwiſchenräumchen und Oeffnungen, außer daß derſelbe in ſchwefelichten und fettigen Körpern weit dichter iſt. Dieſem Aether ſchreibt man die Hauptерſcheinungen des Anziehens und Zurückſtoßens zu, da man hingegen das Licht, den Geruch und andere in die Sinne fallende Eigenſchaften der elektriſchen Flüſſigkeit den gröbern Theilen der Körper, welche aus denſelben durch das mächtige Wirken des Aethers herausgetrieben werden, beyzumeſſen pflegt. Verſchiedene Erſcheinungen der Elektricität verſuchte man auch durch eine gewiſſe auf der Oberfläche aller Körper befindliche ſubtile Zwiſchenmaterie zu erklären, welche die Urſache der Brechung und Zurückwerſung der Lichtſtrahlen iſt, und zugleich dem Ein= und Austritte dieſes Aethers widerſteht. Dieſe Zwiſchenmaterie, ſagt man, erſtreckt ſich bis zu einer kleinen Entfernung vom Körper, und iſt von einerley Beſchaffenheit mit der elektriſchen Flüſſigkeit. Auf der Oberfläche der elektriſchen Körper hingegen iſt ſie dicht, und widerſteht demſelben. Dieſe Zwiſchenmaterie wird durch Hitze verdünnt, welche Nichtleiter in Leiter verwandelt.

Sogleich nach dem Leydner Verſuche ward D. Watſon's Entdeckung bekannt, daß der geriebene Körper die Elektricität nicht aus ſich ſelbſt hervorbringe, ſondern aus dem Reibzeuge ſammle. Dieß änderte die bisherigen Vorſtellungen der Phyſiker von der Erregung der Elektricität, und brachte ſchon Watſon'n ſelbſt auf den Begriff von Plus- und Minus-Elektricität, oder davon, daß die den Funken ziehende Perſon aus der Kugel eben das erhalte, was ihr das Reibzeug gegeben habe, daher vor dem Ziehen des Funkens die Kugel mehr, und das iſolirte Reibzeug weniger Elektricität als ſonſt gehabt haben müſſe. Watſon hat ſeine Abhandlungen hierüber ſchon zu Anfange des Jahrs 1747 in den philoſoph. Tranſact. Vol. XLIV. und XLV. bekannt gemacht.

Indeſſen hatte Franklin zu Philadelphia eben daſſelbe bemerkt. Wenn zwey Perſonen auf Wachs ſtanden, wovon die eine die Röhre rieb und die andere den Funken daraus zog, ſo waren beyde elektriſirt, und gaben ſich unter einander ſelbſt einen ſtärkern Funken, als wenn jede von einer dritten berührt ward. Er ſchloß daraus, daß eine von beyden das hergebe, was die andere erhalte, und daß alſo vor dem hergeſtellten Gleichgewichte die eine mehr, die andere weniger gehabt habe. Dieß gab ihm Anlaß, die Elektricität der einen die poſitive, die der andern die negative zu nennen, und darüber folgende Sätze anzunehmen.

Es iſt durch alle Körper eine ſubtile Materie verbreitet, von welcher alle elektriſche Erſcheinungen abhangen.

Dieſe elektriſche Materie iſt ein expanſibles Fluidum, oder eine ſolche, deren Theile einander zurückſtoßen.

Das

Das elektriſche Fluidum wird von den Theilen anderer Körper angezogen und kann dadurch in den Zuſtand gebracht werden, daß es aufhört, expanſibel zu ſeyn.

Jeder Körper kann aber durch ſeine Anziehungskraft zur elektriſchen Materie nur eine gewiſſe Menge davon enthalten, wenn ihre expanſive Kraft darin im Zuſtande des Gleichgewichts ſeyn, und wenn er keine elektriſche Erſcheinungen äußern ſoll. Dieſen Zuſtand kann man die Sättigung des Körpers mit elektriſcher Materie nennen; man nennt ihn auch den natürlichen Zuſtand der Elektricität eines Körpers.

Wenn ein Körper eine größere Quantität des elektriſchen Fluidums erhält, als ſein natürlicher Zuſtand erfordert, ſo wird er poſitiv elektriſirt, oder erlangt Plus-Elektricität.

Wenn ihm hingegen von der Quantität der elektriſchen Flüſſigkeit, die ſeinem natürlichen Zuſtande angemeſſen iſt, etwas entzogen wird, ſo wird er negativ elektriſirt, oder erlangt Minus-Elektricität.

Alle nicht iſolirt leitende Körper ſind im natürlichen Zuſtande der Elektricität.

Der poſitive oder negative Zuſtand der Elektricität kann nur iſolirten Körpern zukommen.

Das elektriſche Fluidum kann aus einem Körper in den andern nur dann übergehen, wenn das elektriſche Gleichgewicht gehoben iſt, und kein Widerſtand eines Nichtleiters den Uebergang hindert.

Ein Körper, aus welchem das elektriſche Fluidum in einen andern übergehen ſoll, muß in Beziehung auf dieſen Plus-Elektricität haben.

Aller poſitive oder negative elektriſche Zuſtand der Körper entſteht entweder durch Uebergang oder Vertheilung des elektriſchen Fluidums.

Uebrigens hat Franklin ſelbſt von ſeiner Theorie nie anders als mit Mißtrauen geſprochen. Seine Verdienſte gründen ſich auch nicht ſowohl auf dieſe ſeine Theorie, als vielmehr auf die wohlgeordneten Vorſtellungen, welche er durch dieſelbe ſeinen Nachfolgern verſchafft hat, und auf ſeine übrigen Entdeckungen und wichtigen Anwendungen derſelben. Er ſelbſt führt an, es ſey der Menſchheit mehr an der Kenntniß der Geſetze der Natur, als an der Kenntniß ihrer Urſachen gelegen. Es ſey ſehr nützlich, zu wiſſen, daß das Porzellan ohne Stütze herabfalle und zerbreche; aber warum es falle, und warum es zerbreche, ſey ein Gegenſtand der bloßen Speculation. Es iſt ein Vergnügen, das zu wiſſen, ſetzt er hinzu, aber wir können auch unſer Porzellan ohne dieſes bewahren.

Die Herren Wilke und Aepinus haben vorzüglich dem Franklin'ſchen Syſteme ein großes Anſehen verſchafft, indem ſie daſſelbe in eine beſſere Ordnung gebracht, und einen richtigern Begriff von den elektriſchen Wirkungskreiſen, als Franklin noch hatte, gegeben haben. Ueberhaupt legten ſie die erſten Gründe zu den neuern Erweiterungen der Lehre von der Elektricität, und beſonders von der Vertheilung derſelben, welche mehrentheils nur auf deutlichers Entwickelung der in ihren Schriften ſchon enthaltenen Erfindungen und Sätze hinauslaufen. Wilke iſt zwar nachher mehr auf die Meynung des Hrn. Symmers von zwey verſchiedenen elektriſchen Materien

terien übergetreten, anfänglich aber hat er doch Franklin's Syſtem mit vieler Stärke vertheidigt.

Die vorzüglichſten bekannten Erſcheinungen laſſen ſich nach Franklin's Theorie auf dieſe Art erklären: Wenn die Glasröhre gerieben wird, ſo wird dadurch dem Reibzeuge die elektriſche Materie entzogen, und wegen der nicht leitenden Eigenſchaft des Glaſes auf der Oberfläche deſſelben angehäuft. Iſt nun das Reibzeug iſolirt, ſo kann es ſeinen Mangel an elektriſcher Materie nicht wieder erſetzen, folglich iſt es negativ elektriſirt. In den Fällen, wo der Körper negativ elektriſirt wird, giebt dieſer von ſeiner elektriſchen Materie her, und dieß erhält das Reibzeug, daß folglich in dieſem Falle das Reibzeug, wenn es iſolirt iſt, poſitive Elektricität zeigt, während der geriebene Körper negative hat. Iſt das Reibzeug durch leitende Körper mit der Erde verbunden, und kann die von demſelben ins Glas übergegangene elektriſche Materie wieder erſetzt werden, ſo bleibt auch beſtändig das Reibzeug im natürlichen Zuſtande, und kann daher immer neue elektriſche Materie in das Glas überführen, wenn dieſe abgeleitet wird.

Ein jeder elektriſirter Körper hat einen größern oder geringern Wirkungskreis, in welchem ſich das elektriſche Anziehen und Abſtoßen äußert. Der negativ elektriſirte Körper hat eben ſo gut einen elektriſchen Wirkungskreis, als der poſitiv elektriſirte. Dieſer entſteht nach Franklin's Syſtem allein durch die Vertheilung der natürlichen elektriſchen Materie der Luft. Wird nämlich ein Körper poſitiv elektriſirt, ſo wird die zurückſtoßende Kraft der auf ihm angehäuften elektriſchen Materie auch auf die natürliche elektriſche Materie der Luft wirkſam, und ſtört dieſe in ihrem

Gleich-

Gleichgewichte, ſo daß ſie nun ſelbſt Zurückſtoßungskraſt in ihren Theilen, und Anziehungskraft gegen andere Materien um den elektriſirten Körper herum zeigt. Die Luft ſelbſt erhält hiebey als ein Nichtleiter keine elektriſche Materie durch Mittheilung von dem elektriſirten Körper, als in ſo fern ſie leitende Subſtanz enthält. Wird im Gegentheil der Körper negativ elektriſirt, ſo wird ebenfalls der natürliche Zuſtand der Elektricität der Luft gehoben, ihre natürliche elektriſche Materie ſtrebt, in den Körpern einzudringen, oder wird von dem Körper angezogen, ohne ſich jedoch, wegen der nicht leitenden Eigenſchaft der Luft, ihm mittheilen zu können. Weil alſo dieß Beſtreben der elektriſchen Materie der Luft gegen den negativ elektriſirten Körper offenbar eine thätige Kraft beweißt, ſo muß ſie auch nothwendig dieſelbe elektriſche Materie aus andern benachbarten Körpern anziehen.

Wenn ein iſolirter leitender Körper dem poſitiv elektriſirten Körper nahe gebracht wird, ſo daß er in ſeinen Wirkungskreis kommt, ſo ſucht ſich die abſtoßende Kraft der wirkſam gewordenen elektriſchen Materie der Luft in dieſem Wirkungskreiſe auf die natürliche elektriſche Materie gleichförmig zu verbreiten, ohne jedoch wegen der nicht leitenden Eigenſchaft der Luft in den Leiter übergehen zu können. Es wird alſo die natürliche elektriſche Materie des Leiters aus dem Gleichgewicht gebracht, und ſie häuft ſich folglich in dem entfernten Ende des Leiters mehr an, während in dem genäherten Ende ihre natürliche Menge vermindert iſt. Wäre hingegen der Körper negativ elektriſirt, ſo ſtrebt die natürliche elektriſche Materie des iſolirten Leiters diejenige elektriſche Materie der Luft, welche ein Beſtreben gegen den negativ elektriſirten Kör-

Körper hat, zu erſetzen; daher wird auch die natürliche elektriſche Materie des iſolirten Leiters aus dem Gleichgewichte gebracht, und häuft ſich folglich in dem genäherten Ende des Leiters an, wird alſo hier poſitiv und im entgegengeſetzten Ende negativ elektriſirt.

Das Anziehen und Abſtoßen leicht beweglicher leitender Körper wird nach dem Franklin'ſchen Syſteme ſo erklärt. Nimmt man z. B. zwey Korkkügelchen poſitiv elektriſirt an, ſo fliehen ſie einander, weil ſie ihren Ueberfluß an elektriſcher Materie an die umgebende Luft abzuſetzen ſtreben. Eine einzige auf dieſe Weiſe elektriſirte Korkkugel würde dieß nach allen Seiten hin gleichförmig thun; folglich muß ſie ruhen. Bey zwey oder mehreren ſich berührenden aber muß jenes Beſtreben nach der äußern Seite hin ſtärker ſeyn, als nach der andern, und ſie ſcheinen alſo einander abzuſtoßen. Geſetzt auch, die Korkkügelchen wären negativ elektriſirt, ſo ſuchen ſie ihren Mangel an elektriſcher Materie aus der Luft zu erſetzen, und ſcheinen ſich abzuſtoßen, weil auch hier die elektriſche Materie der umgebenden Luft durchs Anziehen auf ihrer äußern Seite ſtärker wirkt. Bey zwey ungleichartig elektriſirten iſolirten leicht beweglichen leitenden Körpern, welche einander genähert werden, muß das Streben nach der innern Seite zu ſtärker als nach der äußern Seite der Wirkungskreiſe ſeyn, und ſie müſſen ſich alſo nähern. Auch läßt ſich hieraus das wechſelſeitige Anziehen und Zurückſtoßen eines leicht beweglichen iſolirten Leiters zwiſchen einem elektriſirten und unelektriſirten Körper ſehr leicht begreifen.

Was aber dem Franklin'ſchen Syſtem den meiſten Glanz gab, war die ſchöne Erklärung des Leydner Verſuchs, der dadurch in einem über alle Erwar-

tung

tung deutlichen Lichte erſchien. Franklin behauptete nämlich, das Glas ſey undurchdringlich für die elektriſche Materie ſelbſt, nicht aber für die Wirkungen ihres Anziehens und Abſtoßens. Wenn nämlich die innere Belegung der Flaſche poſitiv elektriſirt wird, ſo verurſacht die an der innern Fläche des Glaſes angehäufte elektriſche Materie vermittelſt ihrer zurückſtoßenden Kraft eine elektriſche Atmoſphäre im Glaſe, und die natürliche elektriſche Materie der äußern Belegung wird abgeſtoßen. Iſt nun die äußere Belegung mit Leitern umgeben, ſo wird dieſe abgeſtoßene elektriſche Materie fortgeführt, mithin kann die der innern Belegung mitgetheilte Elektricität daſelbſt angehäuft, und die Flaſche geladen werden. So viel elektriſche Materie der innern Belegung zugeführt wird, ſo viel wird dadurch in der äußern Belegung zurückgeſtoßen. So viel Ueberfluß an elektriſcher Materie alſo die innere Belegung erhält, eben ſo groß wird der Mangel derſelben an der äußern Belegung. Daraus folgt, daß die äußere Belegung negativ elektriſirt ſeyn muß, wenn die innere poſitiv iſt, wie es auch die Erfahrung beſtätigt. Wäre dagegen die Flaſche iſolirt, ſo kann alsdann die äußere von der innern durch Mittheilung gehäuften elektriſchen Materie zurückgeſtoßene nicht abgeführt werden, mithin wirkt die äußere elektriſche Materie durch ihre eigene Zurückſtoßungskraft auf die der innern Belegung mitgetheilte elektriſche Materie zurück, hindert alſo ihre Anhäufung daſelbſt, und die Flaſche kann nicht geladen werden. Wenn die innere Belegung der Flaſche negativ elektriſirt wird, ſo wird ihr dadurch elektriſche Materie entzogen. Das elektriſche Fluidum der äußern Belegung will durch die zurückſtoßende Kraft dieſen Mangel erſetzen, wodurch die äußere Belegung

fähig

fähig wird, aus den benachbarten leitenden Körpern ſo viel elektriſche Materie anzuziehen, als die innere Belegung verliert. In dieſem Falle wird alſo die äußere Belegung poſitiv elektriſirt. Wäre die äußere Belegung iſolirt, ſo kann nun die Flaſche nicht geladen werden, weil die verſtärkte Anziehung der äußern Belegung gegen die elektriſche Materie die Entziehung derſelben von der innern hindert.

Iſt alſo die Leydner Flaſche geladen, und wird die innere Belegung mit der äußern in Verbindung gebracht, ſo geht der Ueberfluß der elektriſchen Materie in der poſitiven Seite auf die negative über, und der natürliche Zuſtand beyder Belegungen wird wieder hergeſtellt. Muß alsdann dieſer elektriſche Strom die Luft durchbrechen, oder durch einen andern Nichtleiter gehen, welcher ihm Widerſtand genug entgegen ſetzen kann, oder kann der Leiter den ganzen Strom nicht faſſen, ſo entſteht eine Exploſion.

Der Einfluß der Spitzen beym Ein- und Ausſtrömen der elektriſchen Flüſſigkeit iſt bey keiner einzigen Hypotheſe auf eine recht deutliche Art erklärt worden. Franklin ſuchte die Wirkung zugeſpitzter Körper aus der Anziehung gegen die elektriſche Materie herzuleiten. Dieſe, ſagt er, ſey deſto ſtärker, je größer die Oberfläche iſt, welche einem Theile der elektriſchen Atmoſphäre zur Baſis dient. Bey einem zugeſpitzten Körper iſt die Baſis ſehr gering, mithin wirkt die elektriſche Anziehung des elektriſirten Körpers gegen die Spitze ſehr ſchwach, und das elektriſche Ein- und Ausſtrömen iſt daſelbſt weit ſchwächer, als da, wo die Baſis eine breite Fläche darſtellt. Franklin geſteht aber ſelbſt, daß er mit dieſer Erklärung nicht vollkommen zufrieden ſey.

Man

Man hat dem Franklin'ſchen Syſteme vorzüglich entgegenſtellt, daß noch kein einziger Verſuch entſcheidend dargethan hätte, welche Elektricität poſitiv, und welche negativ ſey. Selbſt Wilke führt dieſes an. Da dieſer aber doch annimmt, daß dasjenige, was man poſitiv nennt, wirklich alſo ſey, und daß glattes Glas z. B., welches über Schwefel gerieben wird, das elektriſche Fluidum daraus anziehe, ſo ſuchte er dieß aus eben den Grundſätzen zu erklären, nach welchen Waſſer auf rauhen Oberflächen tropfenweiſe zu ſtehen, auf glatten ſich hingegen überall zu verbreiten pflegt. Er wollte behaupten, daß die elektriſche Materie von der glatten Oberfläche des Glaſes ſtärker angezogen werde, und ſich daher über derſelben verbreite, da es ſich hingegen von den elektriſchen Körpern, deren Oberflächen rauher ſind, zurückziehe.

Uebrigens unterſcheidet Wilke drey Urſachen der Erregung der Elektricität: das Erwärmen, Schmelzen und Reiben der Körper, und warnt, die freywillige Elektricität mit der mitgetheilten zu verwechſeln. Durch jene verſteht er diejenige, welche der Erfolg des Aneinanderbringens, oder des gegenſeitigen Wirkens zweyer Körper iſt, vermöge deſſen der eine poſitiv und der andere negativ elektriſirt wird; da hingegen mitgetheilte Elektricität diejenige iſt, welche einem Körper oder einem Theile eines Körpers, er möge elektriſch oder unelektriſch ſeyn, beygebracht oder ertheilt wird, ohne daß derſelbe vorher warm gemacht, geſchmolzen oder gerieben worden wäre, oder ohne ein gegenſeitiges Wirken zwiſchen ihm und irgend einem andern Körper. Dieſen Unterſchied beſtimmte Wilke genauer, als es vorher geſchehen war, und führt verſchiedene Fälle an, wo dieſe Elektricitäten öfters mit einander verwechſelt werden.

Beccaria nimmt zwar auch die Theorie der poſitiven und negativen Elektricität an, erklärt aber einige elektriſche Erſcheinungen anders, als die übrigen Anhänger dieſes Lehrgebäudes. Er behauptet, daß elektriſirte Körper bloß in dem Augenblicke, da ſie das elektriſche Fluidum entweder von ſich laſſen oder annehmen, ſich gegen einander bewegen, und daß dieſe Wirkung daher entſtehe, weil die elektriſche Materie, indem ſie hindurchgeht, einen luftleeren Raum verurſacht, und weil nachher die benachbarte Luft zuſammenfällt und ſolchergeſtalt die Körper an einander ſtößt. Dieſer luftleere Raum, ſagt er, iſt bey ſtarken Donnerſchlägen ſehr merklich, weil Thiere getödtet worden ſind, ohne von dem Blitze berührt worden zu ſeyn, indem plötzlich um ſie herum ein luftleerer Raum entſteht, und die Luft, um dieſen Raum auszufüllen, aus ihrer Lunge herausgeht, welche letztere dadurch leer wird; da hingegen die Lunge von Perſonen, welche eigentlich durch den Blitz getödtet werden, aufgetrieben befunden wird.

Zur Beſtätigung dieſer Lehrmeynung ſagt er: die Elektricität ertheile den Körpern um ſo viel weniger Bewegung, je mehr man ihnen die Luft entzogen hat, und es ſey gar nicht möglich, ſie im luftleeren Raume in Bewegung zu ſetzen; auch ſey an einem Barometer, in welchem ſich eine völlige Luftleere befinde, kein elektriſches Licht wahrzunehmen. Hieraus folgert er, daß elektriſches Licht bloß vermittelſt gewiſſer zitternder Bewegungen, welche es in der Luft erregt, ſichtbar werde.

Um das Sammlen oder Zerſtreuen der Elektricität durch Spitzen zu erklären ſagt er: die Erfahrung beweiſe, daß das elektriſche Fluidum ſich in den klein-

ſten Körpern mit der größten Heftigkeit bewege. Alle elektriſche Erſcheinungen werden demnach an den Spitzen der Körper am merklichſten ſeyn, und mithin werden ſie daſelbſt am geſchwindeſten zerſtreuet.

Der Franklin'ſchen Theorie ſteht eine andere entgegen, welche Robert Symmer aufgeſtellt hat, und die anfänglich keinen ſonderlichen Beyfall fand. Nach dieſer Theorie giebt es zwey verſchiedene elektriſche Materien, wovon die eine, wenn ſie einzeln thätig iſt, den poſitiven, die andere aber den negativen Zuſtand Franklin's zuwege bringt. Es rührt daher dieſer letzte Zuſtand ebenfalls von einem poſitiven Werthe her. Dieſe beyden verſchiedenen Materien ziehen ſich unter einander an, und bey ihrer Vereinigung in einem Körper heben ſie ſich in ihren Wirkungen gegen einander auf, ſo daß ſie ſich in dieſem Zuſtande gleichſam binden, und alle ſenſible Elektricität zernichten. Hieraus ſieht man, daß nach dieſem dualiſtiſchen Syſteme eine jede der entgegengeſetzten elektriſchen Materien nur einzeln für ſich eine expanſible flüſſige Materie iſt, daß ſie es aber in ihrer Verbindung nicht mehr ſind. Im natürlichen Zuſtande hat ein jeder Körper, wann er kein Zeichen der Elektricität von ſich giebt, beyde elektriſche Materien unter ſich verbunden, und zwar ſo, daß ſie ſich gegen einander aufheben. Wird dieß Gleichgewicht der beyden elektriſchen Materien auf irgend eine Art aufgehoben, ſo wird nun der Körper elektriſirt. Er wird poſitiv elektriſirt, wenn ihm die freye poſitive elektriſche Materie mitgetheilt, oder wenn ihm von ſeiner negativen elektriſchen Materie entzogen wird. Dagegen erhält er die negative Elektricität, wenn ihm freye negative elektriſche Materie mitgetheilt, oder wenn ihm von ſeiner natürlichen poſitiven elektriſchen Materie entzogen wird.

Nach dieſem Syſtem laſſen ſich die vorzüglichſten elektriſchen Erſcheinungen folgender Maaßen erklären. Durch das Reiben des Glaſes am Reibzeuge wird die poſitive elektriſche Materie des letztern frey; das Glas führt wegen ſeiner nicht leitenden Eigenſchaft dieſe elektriſche Materie nicht gleich durch ſeine Subſtanzen weiter, und zeigt nun poſitive Elektricität; die negative Elektricität des Reibzeugs bindet jene poſitive nicht mehr ganz, und wenn es iſolirt iſt, ſo kann dieſe poſitive elektriſche Materie in ihm nicht erſetzt werden, und ſeine negative elektriſche Materie iſt daher ebenfalls frey. Mithin zeigt nun das Reibzeug negative Elektricität, während das Glas poſitive hat. Eben ſo iſt es auch in andern Fällen, wenn der reibende elektriſche Körper negative elektriſche Materie aus dem Reibzeuge los macht, dann hat dieſes poſitive Elektricität. Wenn aber das Reibzeug durch leitende Körper mit der Erde verbunden iſt, ſo zieht es immer wieder ſo viel poſitive elektriſche Materie an, daß ſeine negative nicht frey bleibt, und es kann daher immer neue poſitive elektriſche Materie an das reibende Glas abgeben, wenn dieſe weiter abgeführt wird.

Was die Ladung und Entladung der Leydner Flaſche betrifft, ſo läßt ſich die Erklärung nach dieſem Syſteme ebenfalls leicht geben. Wird nämlich die innere Belegung durch Mittheilung elektriſirt, z. B. poſitiv, ſo ſtößt die dem Glaſe zugeführte Elektricität die gleichnamige der äußern Belegung ab, und bindet die ungleichnamige, oder die negative Elektricität. Iſt die äußere Belegung iſolirt, ſo kann ſie ihre zurückgeſtoßene poſitive elektriſche Materie nicht fahren laſſen, und ihre negative wird nicht frey, folglich kann auch die innere Belegung keine poſitive elektriſche Materie er-

halten, und die Flaſche kann alſo nicht geladen werden. Berührt man aber die äußere iſolirte Belegung, während der innern poſitive elektriſche Materie zugeführt wird, mit dem Finger, ſo erhält man einen Funken, indem nun die abgeſtoßene poſitive elektriſche Materie ſich mit der negativen aus dem Finger ſättigen kann. Iſt die äußere Belegung nicht iſolirt, ſo kann dieſe poſitive elektriſche Materie ſtets abgeführt und die Flaſche völlig geladen werden. Die geladene Flaſche zeigt nun, wenn ſie völlig iſolirt iſt, bey der Berührung ihrer einzelnen Belegung keine Funken, weil die poſitive elektriſche Materie der einen Seite durch das Glas hindurch hindert, daß die negative elektriſche Materie der andern Seite ſich mit neuer poſitiver elektriſcher Materie aus dem berührenden Leiter ſättigen kann, und auch die negative elektriſche Materie der einen Seite nicht zuläßt, daß die poſitive elektriſche Materie der andern Seite ſich mit friſcher negativer Elektricität ſättige. Bringt man aber beyde Belegungen in eine leitende Verbindung, ſo fällt dieſe Urſache weg, und beyde entgegengeſetzte Elektricitäten ſättigen ſich nun durch wirklichen Uebergang, da ſie ſich vorher nur banden, und es entſteht der Erſchütterungsfunken.

Seitdem Wilke in den Jahren 1762 und 1763 ſeine elektriſchen Verſuche mit den Spitzen erweitert und vervielfältigt hat, ſchien er ſich mehr auf Symmer's Theorie zu neigen. Da er nämlich überzeugt wurde, daß alle Spitzen, ſie mögen poſitiv oder negativ elektriſirt ſeyn, elektriſche Materie ausblaſen, ſo bemerkte er, daß wir noch keine Theorie der elektriſchen Wirkungen hätten, welche nicht gegen irgend eine gemachte Beobachtung anſtoße,

oder

oder ſehr große Verbeſſerungen nöthig habe. Franklin's Hypotheſe ſey unläugbar die am beſten ausgearbeitete Hypotheſe von den entgegengeſetzten Elektricitäten; aber ſie habe doch bey negativen Zurückſtoßungen und Spitzen eine ſchwache Seite. Nollet's ſinnreiche Gedanken von einer zugleich aus- und einfließenden Materie ſchickten ſich beſſer zu dieſen und andern Verſuchen; aber die Wirkungen der entgegengeſetzten Elektricitäten ließen ſich nicht alle daraus erklären, daher ſie auch öftern Zweifeln ausgeſetzt ſeyen. Symmer habe unlängſt du Fay's und die ältere Meynung von verſchiedenen Materien vorgetragen; aber die Gründe, die er anführe, ſeyen nicht entſcheidend, und ließen ſich bequem bey den übrigen Theorien, beſonders der Franklin'ſchen, anbringen. Sein Gedanke, den er hiebey äußert, iſt dieſer: Könnten nicht die entgegengeſetzten Elektricitäten von verſchiedenen Materien herrühren, welche jede für ſich die Eigenſchaften haben, die wir der elektriſchen Materie zuſchreiben, daß ſie von den Körpern angezogen werden, ihre Theile ſich aber unter einander ſelbſt zurückſtoßen? Dieſe Materien ziehen einander an, und machen vereinigt das Weſen in den Körpern aus, das für ſich ſelbſt nicht eher wieder als Elektricität würkt, als bis es wieder in ſeine Theile und ſeinen Grundſtoff aufgelößt wird. Nachher hat ſich Wilke noch mehr für die Symmer'ſche Theorie erklärt.

Auch Torbern Bergmann fand Schwierigkeiten bey den Spitzen nach Franklin's Theorie. Dieſe ſonſt auf die meiſten Erfahrungen ſo wohl paſſende Hypotheſe, ſagt er, könne mit den Wirkungen der negativen Spitzen nicht beſtehen, weil dieſe ſowohl als die poſitiven merklich blaſen, ja oft ſo

ſtark, daß Lichter dadurch ausgelöſcht werden, Vertiefungen in flüſſigen Materien entſtehen, die man ihnen ausſetze, und aufgeſtrichener Urinphosphor Dämpfe, wie lange Kometenſchweiſe, von ſich ſchickt, mehr beſchwerliche Umſtände bey dieſer Hypotheſe zu verſchweigen. Daher müſſe man ſie wohl fahren laſſen.

Was wir für einfach hielten, ſey oft in der Natur ſehr künſtlich, und im Gegentheil dasjenige, was uns künſtlich vorkomme, ſehr einfach. Ihre Mittel kämen uns deßwegen ſehr weitläuftig vor, weil wir die Beſchaffenheit der erſten Triebfedern nicht kennten, deren rechte Art zu wirken ohne Zweifel auch den Naturforſchern immer viel unbegreiflicher vorkommen werde, als die tranſcendentaliſchen Größen in der Geometrie.

Aus den bisher bekannten Erfahrungen ſcheinen ſich folgende Sätze zuverläſſig ſchließen zu laſſen:

1. Es ſind in der That zweyerley Elektricitäten vorhanden, wovon jede für ſich gleiche Wirkungen zeigt, aber ſie ſind ihrer Natur nach einander ſo entgegengeſetzt, daß eine die andere aufhebt.

2. Jede dieſer beyden Elektricitäten beſteht in dem Ueberfluſſe einer gewiſſen Materie, welche die Wirkungen verurſacht, die wir Elektricität nennen. Dieſe Materien ſind ſo beſchaffen, daß eine der andern Wirkſamkeit dämpft. Daher heißt die eine poſitiv und die andere negativ. Wie ſie eigentlich in ihrer innern Natur verſchieden ſind, das iſt wohl noch ein unausgemachtes Geheimniß; doch ſcheinen Wilke's eben angeführte Gedanken der Wahrheit näher, als einige andere, zu kommen. Den ganzen Zuſammenhang ſtellt ſich Bergmann folgender Maaßen

ßen vor. Beyde Materien ziehen einander, bis jedes Theilchen ſo viel in ſich genommen hat, daß es gleichſam davon geſättigt wird; daraus entſtehe endlich eine zuſammengeſetzte unwirkſame Materie, die nicht viel anders ſey, als ein Auflöſungsmittel mit aufgelößten Theilchen geſättigt, und ſo gleichſam ohnmächtig werde und nichts thue, wenn etwas mehr von eben der Art dazu kommt, ſondern alles ſtill und unverändert bleibe. Wenn ein Körper von dieſer geſättigten und unwirkſamen Materie ſo viel enthalte, als er ſeiner Natur nach in ſich nehmen und behalten könne, bis ſie mit Gewalt von ihm abgeſondert werde, ſo nenne er dieſen ſeinen Zuſtand natürlich. Befinden ſich aber mehr poſitive Theile darin, als die negativen zu ſättigen nöthig ſind, ſo heiße ſein Zuſtand poſitiv; wenn aber die negativen in größerer Menge vorhanden ſind, negativ. Ueberall alſo, wo eine Materie vermehrt oder vermindert werde, oder wo eine mehr zu- oder abnehme als die andere, entſtehe Elektricität von einer oder der andern Art.

Achtes Kapitel.

Meynungen und Entdeckungen in der Lehre vom Magnetismus.

Verſuche und Beobachtungen.

So glückliche und bewundernswürdige Fortſchritte die Lehre der Elektricität in dieſem Zeitraume gemacht hatte, eben ſo eifrig wurde auch die Lehre vom Magnetismus bearbeitet. **Muſſchenbroek** hatte die im vorhergehenden Zeitraume angeführten

führten Erfahrungen und Beobachtungen in einer eigenen Diſſertation [d]) geſammlet, und ſie mit andern vermehrt. Um zu entdecken, ob ein Körper vom Magnet angezogen werde, näherte ihn Muſſchenbroek einer mit dem Magnet beſtrichenen und ſo frey als möglich aufgehangenen Nadel, und bemerkte, ob ſie dadurch bewegt werde. Auf dieſe Weiſe fand er, daß alle Körper, welche nur irgend einigen Antheil von Eiſen, ſelbſt im aufgelößten Zuſtande, enthalten, vom Magnet angezogen werden. Lemery und Andere hatten behauptet, daß der Magnet das Eiſenvitriol nicht ziehe. Allein ſchon Muſſchenbroek bemerkt, daß er zwar keine Bewegung an einer kleinen, aber doch eine geringe an einer großen magnetiſirten Nadel wahrgenommen habe.

Ueber die Kraft, mit welcher der Magnet das Eiſen zieht, hat Muſſchenbroek [e]) eine ziemliche Reihe von Verſuchen angeſtellt. Sie iſt nach der Stärke des Magnets, nach dem Gewichte und der Geſtalt des dagegen gehaltenen Körpers, nach dem magnetiſchen und unmagnetiſchen Zuſtande deſſelben, und nach der Entfernung verſchieden. Weiches und reines Eiſen wird am ſtärkſten gezogen; ſchwächer Stahl, hartes Eiſen und Eiſenerze, noch ſchwächer die Auflöſungen des Eiſens in Säuren. Die Anziehung nimmt deſto mehr ab, je mehr das Eiſen dephlogiſtiſirt (verkalkt) iſt, und ganz vollkommener Eiſenkalk wird nicht mehr gezogen. Muſſchenbroek hieng an eine Wagſchaale einen cylindriſchen 2 Zoll langen Magnet, der 16 Drachmen wog, ſtellte einen eiſer-

d) Diſſ. phyſica experim. de magnete in ſ. Diſſ. phyſ. et geometr. Lugd. Bat. 1729. 4.

e) Ibid. et introd. ad philoſ. natur. §. 955. ſqq.

eiſernen Cylinder von gleicher Größe auf den Tiſch darunter, und beſtimmte die Stärke der Anziehung durch Gegengewichte auf der andern Wagſchaale. Die Reſultate waren folgende:

Entfernung in Zollen	6,	5,	4,	3,	2,	1,	0
Anziehung in Granen	3,	$3\frac{1}{2}$,	$4\frac{1}{2}$,	6,	9,	18,	57

Ein ſphäriſcher Magnet von gleichem Durchmeſſer, der aber etwas ſtärker zog, gab für die vorigen Entfernungen folgeude Reſultate;

7, $9\frac{1}{2}$, 15, 25, 45, 92, 340

und, wenn man ſtatt des eiſernen Cylinders eine Kugel von gleicher Größe mit dem Magnet nahm

$3\frac{1}{4}$, 6, 9, 16, 30, 64, 290.

Nach Daniel Bernoulli ſollte ſich die Kraft eines Magnets wie die Cubikwurzel aus dem Quadrate ſeines Gewichts verhalten. Erxleben [f]) bemerkt, Mayer habe 1760 der königl. Societät der Wiſſenſch. zu Göttingen eine Abhandlung vorgeleſen, worin er ſich bemüht, die Kraft, womit der Magnet auf andere magnetiſche Körper wirkt, aus der Erfahrung auszufinden. Er betrachtet einen geraden, allerwärts gleich dicken Magnet; den Punkt, welcher zwiſchen beyden Polen in der Mitte liegt, nennt er den Mittelpunkt deſſelben. Jedes einzelne Theilchen des Magnets hat eine Kraft, auf jeden Theil eines andern ähnlichen Magnets zu wirken, und dieſe Kraft verhält ſich genau wie die Weite jedes Theilchens von dem Mittelpunkte des Magnets, zu welchem es gehört. Ueberdieß aber richtet ſich die Kraft, womit ein jedes Theilchen des einen Magnets auf ein Theilchen des andern wirkt, nach der Entfernung der Theile, und verhält ſich umgekehrt,

f) Anfangsgründe der Naturlehre. §. 568.

gekehrt, wie das Quadrat der Entfernung. Nach dieſen beyden Geſetzen beſtimmt Mayer durch Hülfe der Rechnung des Unendlichen die Kraft, womit alle Theile zweyer Magnete in verſchiedenen Entfernungen einander anziehen und zurückſtoßen, und findet zwiſchen ſeiner Rechnung und den Erfahrungen die vollkommenſte Uebereinſtimmung. Er berechnet ebenfalls ſehr glücklich die Richtung der Magnetnadel für jede Stelle, die man ihr in der Nähe eines Magnets geben kann, wie auch die Geſtalten, in welche ſich der Eiſenfeilſtaub um einen Magnet anlegt. Dieſe ſind nichts anders, als eine Art Kettenlinien, und folglich gar keine Anzeige eines Wirbels der magnetiſchen Materie.

Wolf hatte bereits bemerkt, daß, wenn ein Eiſenſtab nur in den Wirkungskreis eines Magneten gebracht ward, derſelbe wirkliche Polarität erhalte. Er war aber der irrigen Meynung, daß die Atmoſphäre in einer wirklichen magnetiſchen Materie beſtehe, welche ſich bey jedem Magnete bis auf eine gewiſſe Entfernung erſtrecke. Wenn daher der Eiſenſtab in dieſe gebracht werde, ſo theile ſich die magnetiſche Materie dem Eiſen mit, wodurch es ſelbſt magnetiſch werde. Allein Aepinus [g]) verſtand weit richtiger unter dem magnetiſchen Wirkungskreiſe bloß den Raum, durch welchen der Pol eines Magnets auf Eiſen oder andere Magnete wirkt. Das Hauptgeſetz dieſer Wirkung iſt nach ihm, wie bey der Elektricität, folgendes: Jeder magnetiſche Pol ſucht in demjenigen Eiſen, oder den eiſenhaltigen Körpern, welche in ſeinen Wirkungskreis kommen, einen dem ſeinigen entgegengeſetzten Magnetismus hervorzubringen. Er war

g) Tentamen theor. electric. et magnetiſ. Petrop. 1759. 4.

war daher der Meynung, daß es keinen Magnetismus ohne Polarität, oder keine Anziehung des Eiſens gebe, bey der man nicht zugleich Pole bemerke.

Auch hatte Derham wahrgenommen, daß die beyden Enden eines Eiſenſtabes, welcher mit dem Pole eines Magneten geſtrichen ward, bisweilen von einem Pole des Magneten angezogen und von dem andern abgeſtoßen wurden, in welchem Falle der zurückſtoßende Pol den anziehenden Theil jederzeit nahe beym Mittelpunkte fand (Th. IV. S. 498.). Auf welche Art dieſer Erfolg ſtatt finde, zeigte Hamberger [h]), und nannte dieſe Erſcheinung die Partialität der Magnetnadel. Dieſe wird nämlich nach ihm auf folgende Art erhalten: Wenn man mit dem einen Pole (fig. 10.) von a gegen c hin ſtreicht, und ihn alsdann abhebt, ſo, ſagt Hamberger, werden beyde Enden der Nadel ab von dem einen Pole des Magneten angezogen, von dem andern Pole aber zurückgeſtoßen. Wird der Theil ac mit dem Südpole des Magneten von a bis c geſtrichen, ſo haben beyde Enden a und b die nördliche Polarität erhalten, und gegen die Mitte c in dem geſtrichenen Theile ac liegt der Südpol. Demnach hat man einen künſtlichen Magnet mit drey Polen bey a, b, c, oder eine Nadel, an welcher beyde Enden einerley Polarität zeigen.

Brugmanns [i]) unterſuchte dieß Phänomen noch genauer. Wenn er den Eiſenſtab ab mit dem Nordpole des Magneten auf a aufſetzte, ſo erhielt in dieſem Augenblicke a ſüdliche Polarität, b hingegen nörd-

h) Elementa phyſices. §. 396. 397.

i) Tentam. philoſoph. de materia magnetica ejusque actione in ferrum et magnetem. Franequ. 1765. 4.

nördliche; ſtrich er mit dem Pole des Magnets von a gegen b fort, ſo ward der ſüdliche Pol bey a immer ſchwächer, bis er an n kam, wo er = o ward; dagegen ward der nördliche Pol bey b immer ſtärker, bis er an c kam, wo er ſeine größte Stärke erreichte. Setzte er nun das Streichen weiter fort, ſo kam er an einen Punkt m, wobey der Nordpol an b, deſſen Stärke bis dahin wieder abgenommen hatte, nunmehr = o ward. Strich er bis ans Ende b, ſo erhielt b die ſüdliche Polarität, und a wurde nördlich. Brugmanns fand, daß ſich dieſes bey allen Eiſen- und Stahlſtäbchen oder Drath äußerte, nur hatten die beyden Punkte n und m bey verſchiedenen Dicken und Längen, auch bey verſchiedener Härte des Eiſens und Stahls und Stärke des Magnets, andere Lagen. Die beyden Punkte n und m, bey welchen a und b gar keine Polarität zeigten, nannte Brugmanns die Indifferenzpunkte.

Die nämlichen Wirkungen fanden ſtatt, wenn er mit dem Südpole des Magneten den Eiſenſtab von a nach b ſtrich, nur mit Verwechſelung der Polaritäten. Daher fand das allgemeine Geſetz ſtatt: beym Streichen der Eiſen- oder Stahlſtäbe mit dem Nord- oder Südpole des Magnets entſteht allemal da, wo man zu ſtreichen aufhört, die ſüdliche oder nördliche Polarität; in einiger Entfernung davon aber fängt die nördliche oder ſüdliche Polarität an.

Die wichtigſten Entdeckungen, welche in dieſem Zeitraume in der Lehre des Magnetiſmus gemacht worden ſind, betreffen die urſprüngliche Erregung und große Verſtärkung der Kraft in den künſtlichen Magneten. In Anſehung der Erregung des Magnetiſmus in Eiſen- oder Stahlſtäbchen haben nach dem

Herrn

Herrn von Reaumür vorzüglich die Herren du Fay, Saverh, Marcel, Knight, Mitchell und Canton, Antheaulme und Trullard weitere Unterſuchungen angeſtellt, und dadurch Mittel gefunden, die ſtärkſten künſtlichen Magneten, ohne den Gebrauch eines natürlichen Magnets, zu Stande zu bringen.

Es war bekannt, daß ein unmagnetiſirter Eiſenſtab in manchen Lagen magnetiſche Kraft, in andern aber keine erlange. Indeſſen war man noch nicht genau belehrt, unter welchen Umſtänden der Stab magnetiſirt werde, und unter welchen nicht. Daher unternahm es du Fay [k]), nähere Beobachtungen hierüber anzuſtellen. Wenn man einer auf der Spitze ſpielenden Magnetnadel ein unmagnetiſirtes Eiſenſtäbchen ſo nähert, daß es mit der Nadel in horizontaler Lage zwey rechte Winkel macht, ſo bleibt die Nadel unbeweglich. Erniedrigt man aber das von der Nadel entfernteſte Ende des Eiſenſtäbchens, bis das Eiſenſtäbchen in eine vertikale Lage kommt, ſo zieht nun das obere Ende des Stäbchens den Nordpol, und das untere ſenkrecht in die Höhe gebrachte den Südpol der Nadel. Wenn man das Eiſenſtäbchen hiernächſt umkehrt, ſo zieht nunmehr das obere Ende, welches vorher den Südpol der Nadel anzog, den Nordpol, und das untere den Südpol der Nadel. Die Veränderung der Pole erfolgte bey der Wiederholung des Verſuchs ohne alle Ausnahme und zwar in dem Augenblicke. Hiebey iſt noch folgender Umſtand merkwürdig: wenn man das untere Ende des Eiſenſtäbchens erhebt, bis ſich die Mitte deſſelben in der

k) Mémoir. de Paris. an. 1728.

der Horizontalfläche der Nadel befindet, ſo ſieht man den Nordpol der Nadel ſich beſtändig dem Eiſenſtäbchen nähern; fährt man hierauf mit Erhebung des Eiſenſtäbchens fort, bis das untere Ende deſſelben der Nadel gerade gegen über liegt, ſo bemerkt man, daß ſich der Südpol der Nadel längs der ganzen untern Mitte des Stäbchens nähert.

Ueberdieß bemerkte du Fay, daß ein Eiſenſtab, welcher mit dem untern Ende beym Herabfallen einen Ambos traf, magnetiſch wurde [l]).

Wenn ein magnetiſirter Eiſenſtab in eine vertikale Stellung gebracht, und das Ende deſſelben, welches ſich nach Süden richtet, geſchlagen wird, ſo vermehrt ſich dadurch ſeine magnetiſche Kraft; wird im Gegentheil das andere Ende der Stange geſchlagen, ſo vermindert ſich die magnetiſche Kraft, hört endlich ganz auf, und giebt zuletzt dem andern Ende der Eiſenſtange eine Richtung, welche der vorigen entgegengeſetzt iſt, wenn das Schlagen fortgeſetzt wird. Du Fay wollte hieraus ſeine Hypotheſe beweiſen, daß nämlich die magnetiſche Materie nur in einem einzigen Wirbel ſich um den Magneten bewege.

Da bisher die Phyſiker verſchiedene Meynungen hatten, was für eine von folgenden Subſtanzen, Eiſen, gewöhnlicher Stahl oder gehärteter Stahl, ſich am beſten magnetiſiren laſſe, ſo unternahm es du Fay, hierüber genaue Verſuche anzuſtellen. Er ließ ſich vier völlig gleiche Blechſtreifen von Eiſen, Stahl, gehärtetem Stahl und gegoſſenem Eiſen verfertigen, welche alle polirt waren, und magnetiſirte ſie auf gleiche Art. Er bemerkt, daß ſich beym Streichen das Eiſen

l) Mémoir. de Paris. an. 1730.

ſen am ſtärkſten mit dem Magnet verbinde, der Stahl mehr als der gehärtete Stahl, und das gegoſſene Eiſen am geringſten. Nachdem er ſie hiernächſt einer Magnetnadel näherte, ſo wurde der Stahlſtreifen am weiteſten angezogen, der gehärtete Stahlſtreifen weiter als der von gegoſſenem Eiſen, und der Eiſenſtreifen hatte unter allen die geringſte magnetiſche Kraft.

Du Fay m) hat endlich noch die beyden Fragen unterſucht: 1. ob in ein und dem nämlichen Magnete der eine Pol beſtändig mehr anziehende Kraft beſitze, als der andere? und 2. ob nicht dieſer Pol die größte Laſt tragen könne?

Du Fay hatte angenommen, daß nur ein einziger Umlauf der magnetiſchen Materie ſtatt finde, welche nämlich in den Nordpol der Erde, wie in jeden andern Magnet, hineingeht und aus dem Südpole heraustritt, um wieder nach den Nordpole zurückzukehren. Daher nennt er auch dem Nordpol den Pol des Eingangs, und den Südpol den Pol des Ausgangs der magnetiſchen Materie. Nach Descartes und andern Phyſikern hat der Nordpol eines Magneten mehr anziehende Kraft, als der Südpol, und zwar aus dem, wie du Fay bemerkt, ſehr ſchwachen Grunde, weil der Nordpol des Magneten dem Nordpole der Erde am nächſten wäre. Daher gab ſich du Fay Mühe, durch Erfahrungen auszumachen, ob dieſer Grund ſeine Richtigkeit habe, oder nicht. Er fand aber hiebey große Schwierigkeiten, um dieſe Sache mit Gewißheit zu entſcheiden. Nachdem er, um die genaueſten Reſultate zu erhalten, alle mögliche Sorgfalt angewandt hatte, und ein und denſelben Magnet zweyen auf glei-

m) Mémoir. de Paris. au. 1731.

gleiche Art magnetiſirten Nadeln, wovon eine 6 Zoll und die andere 4 Zoll lang war, in gleicher Entfernung näherte, ſo fand er, daß der Pol des Ausgangs des Magneten das Ende der längern Nadel viel ſtärker anzog, als der Pol des Eingangs, und daß bey der kürzern Nadel gerade das Gegentheil ſtatt fand. Daß dieſe Verſchiedenheit nicht aus einem Mangel der Einförmigkeit in dem Magneten herrühren konnte, war daraus klar, weil er auf die kleinere Nadel völlig gleichförmig wirkte. Man mußte alſo den Fehler in der längern Nadel aufſuchen, welches deſto gewiſſer zu ſeyn ſchien, da die nämliche Ungleichheit bey verſchiedenen andern Magneten ſtatt fand. Hieraus ſchloß nun du Fay, daß ſowohl die beyden Enden einer magnetiſirten Nadel, als auch die beyden Pole eines Magneten in der Kraft ihrer beſondern Gleichförmigkeit, und ohne Rückſicht ihrer Richtung gegen Nord oder Süd, ſtärker oder ſchwächer ſeyn könnten; daher war es ihm unmöglich, etwas allgemeines und gewiſſes hierüber feſtzuſetzen.

Du Fay beobachtete, daß man die Pole eines ſtählernen Stabes auf mancherley Weiſe umändern könne, nachdem man ihn auf einem Magneten hin und her ſtreiche; das nämliche Ende deſſelben, welches einmal die ſtärkſte anziehende Kraft angenommen hatte, behielt ſie auch beſtändig, und beynahe in demſelben Verhältniſſe, es mochte entweder der Nordpol oder der Südpol ſeyn. Daraus folgerte er, daß es ganz allein von der innern Beſchaffenheit des Stabes abhange, ob das eine oder das andere Ende die ſtärkſte anziehende Kraft erhalte.

Was die zweyte Frage betrifft, ſo war es natürlich zu denken, daß eine größere anziehende Kraft auch

auch ein größeres Gewicht erhalten könne. Indeſſen hat du Fay gefunden, daß derjenige Pol, welcher am weiteſten zieht, nicht allemal derjenige iſt, welcher das größte Gewicht erhalten kann.

Um das Jahr 1730 gab Servington Savery n) zuerſt Mittel an, die magnetiſche Kraft des erhärteten Stahls durch eine Art des Streichens beträchtlich zu verſtärken, und Arnold Marcel o) zeigte, wie man Stahl durch bloßes Reiben an Eiſen magnetiſch machen könne, welche Methode er ſchon 1726 gekannt zu haben verſichert. D. Gowin Knight aber brachte dieſe Kunſt zu einem hohen Grade der Vollkommenheit. Im Jahr 1746 zeigte er der Societät zu London p) zwey 15 Zoll lange ſehr ſtarke Magnetſtäbe, die er ohne Zuthun eines Magnets gemacht hatte, hielt aber das Verfahren geheim. Hierauf machten die Herren Mitchell q) und Canton r), jeder für ſich, glückliche Verſuche. Mitchell legte einen kleinen ſtählernen Stab zwiſchen zwey größere eiſerne nach der Richtung und Neigung der Magnetnadel, und ſtrich mit einem dritten eiſernen Stabe, den er faſt lothrecht, jedoch mit einer kleinen Neigung des obern Endes gegen Süden, hielt, jene drey Stäbe von Norden nach Süden hinauf. So ward der Stahl, wiewohl nur ſchwach, magnetiſch.

n) Magnetical obſerv. and exper. in Philoſ. Tranſact. n. 414. art. 1.

o) Philoſ. Tranſ. n. 423.

p) Ibid. n. 474. 484.

q) Treatiſe of artifical magnets. Lond. 1750. 8.

r) Philoſ. Tranſ. Vol. XLVII. p. 31. überſ. im Hamb. Magaz. B. VIII. S. 339. f.

tiſch. Canton ſtellte eine eiſerne Stange ſenkrecht, und band am obern Ende einen kleinen ſtählernen Stab mit einem ſeidenen Faden feſt. In der Hand hielt er einen andern eiſernen Stab auch faſt ſenkrecht, und ſtrich mit dem untern Ende deſſelben den ſtählernen Stab etwa zehn- bis zwölfmal von unten nach oben. Dadurch ward das untere Ende des leztern ein Nordpol, und trug ſchon einen kleinen eiſernen Schlüſſel. Statt der eiſernen Stäbe nahm er gewöhnlich eine kleine eiſerne Ofengabel oder Kohlenſchaufel und eine Feuerzange, welche deſto beſſere Dienſte thaten, je größer ſie waren und je länger ſie gebraucht wurden.

In einer von der Petersburger Akademie der Wiſſenſch. gekrönten Preisſchrift hat Antheaulme [s]) eine der beſten Methoden angegeben, urſprünglichen Magnetismus zu erregen. Er lehnt nach der Richtung und Neigung der Magnetnadel ein 12 Fuß langes Bret (fig. 11.) af ſo an, daß a im magnetiſchen Meridian nordwärts liegt, wobey der Winkel fah in den Gegenden der gemäßigten Zone 70 bis 71 Grad betragen muß. Auf dieſem Brete liegen der Länge nach zwey eiſerne Stangen cd und ef, deren Enden d und e glatt abgefeilt ſind. Auf der Mitte des Brets liegt ein hölzerner Würfel g von 1 bis 2 Zoll Seite, und zwiſchen dieſen Würfel und jede Seite wird eine eiſerne etwa $\frac{1}{12}$ Zoll dicke Platte dk und el geſezt. Dieſe Platten ragen mit den Enden k und l $\frac{3}{4}$ Zoll über die Oberfläche der Stangen

s) Mémoire ſur les aimans artificiels, qui a remporté le prix de l'Acad. de Petersb. à Paris 1760. 4. imgl. Obſ. ſur les nouvelles methodes d'aimenter par *de la Lande* in den Mémoir. de Paris 1761.

gen cd und fe hervor, und die hervorragenden Kanten ſind etwas dünner abgeſchliffen, als die Platten ſelbſt. Will man nun den ſtählernen Stab mn, der vorher wohl polirt ſeyn muß, magnetiſiren, ſo reibt man ihn auf den Kanten k und l, wie auf den Polen eines armirten Magnets beym Doppelſtriche, oder ſo, daß man die Mitte aufſetzt, von einem Ende zum andern hin und her ſtreicht, und in der Mitte abzieht. So kann man durch 50, 60 bis 100 Striche auf jeder Seite einen 12 bis 15 Zoll langen Stab ziemlich ſtark magnetiſiren. Die Wirkung iſt deſto ſtärker, je größer die Stangen cd und ef an Maſſe ſind.

Auch Trullard [t]) ſtellte verſchiedene Verſuche zur Erregung des urſprünglichen Magnetismus an. Er nahm eine eiſerne Stange ohngefähr 6 Fuß lang und 1 Zoll ins Gevierte dick. Dieſe Stange hatte er in ihrem Schwerpunkte durch eine eigene Vorrichtung ſo befeſtigt, daß er ſie in jede Lage drehen und ihr die feinſte Bewegung geben konnte. Nach vielen Verſuchen fand er endlich eine Lage, in welcher die Eiſenſtange ſo magnetiſirt war, daß ſie 2 Pfund Eiſen oder den zehnten Theil ihres Gewichts tragen konnte; allein ſie war nicht fähig, andere Körper zu magnetiſiren, und ihre magnetiſche Kraft verlor ſich durch die geringſte Verruckung aus ihrer Lage. Er war daher auf ein Mittel bedacht, ſie zu fixiren. Zu dieſem Ende nahm er einen ſtählernen Stab, ohngefähr 15 Zoll lang und 6 Linien ins Gevierte dick, der wohl polirt und gehärtet war.

Nach-

t) Lettre addreſſée à Meſſ. les auteurs du journal des ſçavans. Tom. LVII. an. 1761. Avril. p. 309. ſeq.

Nachdem er denſelben in die gehörige Lage gebracht hatte, zog er 4 Unzen. Hierauf befeſtigte er an dem obern Ende des Stabes einen Ambos von 6 bis 7 Pfund, und ſchlug auf das andere Ende heftig mit einem Hammer von $\frac{1}{2}$ Pfund. Als er auf ſolche Art etwa 20 Schläge gethan hatte, war die magnetiſche Kraft im Stahlſtabe ſo fixirt, daß er in jeder Lage, auch außer dem magnetiſchen Meridian, 4 Unzen tragen konnte.

Mittel, den ſchon vorhandenen Magnetismus ohne Zuthun eines ſtärkern Magnets, mithin durch ſich ſelbſt zu verſtärken, haben Knight, Le Maire und Duhamel, Mitchell, Canton, Antheaulme und Trullard angegeben, welche im Allgemeinen auf folgendes hinaus laufen. Wenn man mehrere künſtliche Magnete von gleicher Stärke beſitzt, ſo verbinde man ſie gehörig, dadurch erhält man ſchon einen ſtärkern Magnet A. Mit dieſem mache man nach den gemeinen Methoden andere künſtliche, welche nun ſchon einzeln ſtärker ſind, als die vorigen, und verbunden einen noch ſtärkern B geben. Mit B beſtreiche man alle Magnete, woraus A beſteht, einzeln, und mit dem daraus entſtehenden ſtärkern A wieder die, woraus B beſteht u. ſ. w. bis man merkt, daß die Kraft keinen Zuwachs mehr erhält. Uebrigens unterſcheiden ſich die Methoden bloß in der Art, zu beſtreichen und mit den Stäben abzuwechſeln.

Auf dieſe Art brachte D. Knight mittelſt des Doppelſtrichs ſeine großen künſtlichen Magnete oder magnetiſchen Magazine zu Stande, womit er in wenig Sekunden die ſtärkſten künſtlichen Magnete machen, und die Pole der natürlichen umkehren konnte. Dieſe mächtige Maſchine iſt von D. Fothergill,

dem

dem ſie Knight vermacht hatte [u]), beſchrieben, und der königlichen Societät zu London geſchenkt worden. Sie beſteht aus zwey großen Parallelepipedis, deren jedes auf 500 Pfund wiegt, und 240 ſtark magnetiſirte Stahlſtäbe enthält, die in 4 Abtheilungen, jede zu 60 Stäben, geordnet ſind. Die 60 Stäbe liegen mit den gleichnahmigen Polen an einander; die Abtheilungen ſelbſt aber berühren ſich mit den gleichnahmigen. Die Spitze einer Magnetnadel, die dieſe Vorrichtung nur berührt hatte, erlangte eine ſolche Kraft, daß ſie den Magnetismus der beſten Nadeln in England zernichtete.

Auch verfertigte D. Knight künſtliche Magnete aus einem Teig, dem er jede Form geben konnte, und der an gelindem Feuer getrocknet ſteinhart wurde. Erſt nach ſeinem Tode hat Wilſon [x]) bekannt gemacht, daß dieſer Teig aus dem feinſten Eiſenmoor und Leinöl beſtand. Den Magnetismus gab er der Paſte durch ſein magnetiſches Magazin. Nach D. Ingenhouß [y]) nahm er zu ſolchen Paſten auch pulveriſirten Magnet, Kohlenſtaub und Leinöl; Ingenhouß ſelbſt hat mit gutem Erfolge Magnet- oder Eiſenſtaub mit Wachs gebraucht, welches eine beugſame Paſte giebt.

Le Maire hatte dem Herrn du Hamel [z]) bey einer Unterredung über Seekompaſſe benachrichtigt, daß er eine Methode kenne, Stahlſtäbe auf eine

u) Philoſ. Tranſ. Vol. LXV. for the year 1776.

x) Ibid. Vol. LXIX. for 1778. n. 5.

y) Vermiſchte Schriften. Th. I. S. 402. f.

z) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1745.

eine weit vollkommnere Art, als man gewöhnlich wiſſe, zu magnetiſiren. Dieſe Methode beſtand darin, daß man den zu magnetiſirenden Stahlſtab auf einen andern viel längern lege. Um dieſe Entdeckung des le Maire genauer zu unterſuchen, wurden die beyden Herren le Maire und du Hamel durch die Verbreitung des Gerüchts, daß man in England künſtliche Magneten von außerordentlicher Stärke zu Stande bringe, aufgemuntert, Verſuche deßwegen anzuſtellen. Sie nahmen zuerſt von der Spitze eines Säbels ein Stück von 1 Fuß Länge, welches 4 Unzen 2 Drachmen 36 Grän wog. Dieſes wurde mittelſt eines guten Magnets auf gewöhnliche Art magnetiſirt, und konnte nachher 4 Unzen 2 Drachmen tragen. Dieſes Stück Stahlblech nannten ſie das mittlere Blech. Hierauf magnetiſirten ſie ebenfalls einen Stahlſtreifen von einem Säbel, 2 Fuß 7 Zoll 8 Linien lang, den ſie den großen Streifen nannten, und welcher 10 Unzen 2 Drachmen 45 Gran wog. Nachdem er magnetiſirt war, zog er 10 Unzen 2 Drachmen 45 Grän. Ueber dieſen großen Streifen legten ſie den mittleren ſo, daß die äußerſte etwas ſtumpfe Spitze des mittleren 4 Zoll über dem größern herausgieng, mithin 8 Zoll längs dem großen auflag. In dieſer Lage verbanden ſie beyde mittelſt eines Fadens. Hier fanden ſie, daß der mittlere Stab 7 Unzen und 1 Drachme zog, daß folglich ſeine magnetiſche Kraft einen Zuwachs von 2 Unzen 7 Drachmen erhalten hatte; dagegen konnte der große Stab nur 4 Unzen 2 Drachmen halten. In ihrer Verbindung magnetiſirten ſie beyde Stäbe zugleich, indem der Magnet von dem Ende des großen Streifen bis zu der Spitze des mittleren Streifen fortgeführt ward. Als ſie nachher jeden Streifen insbeſondere unterſuchten,

ten, zog der mittlere 7 Unzen 3 Drachmen 36 Grän, der große aber nur 8 Unzen 1 Drachme 46 Grän.

Auf eine ähnliche Art magnetiſirten ſie noch einen Stahlſtreifen von 4 Zoll Länge, den ſie den kleinen Streifen nannten. Dieſer erhielt den ſtärkſten Magnetismus, wenn er mit den großen und mittleren Streifen verbunden, und dieſe Verbindung zuſammen magnetiſirt ward.

Le Maire verfertigte ſich nach dieſer Methode einen künſtlichen Magnet von 5 Stahlſtreifen, welche 4 Zoll lang, 3 Linien breit und 1 Linie dick waren. Nachdem er jeden beſonders auf dem großen Streifen magnetiſirt hatte, zog er ohngefähr 3 Unzen; hiernächſt verband er ſie durch meſſingene Ringe, und fand, daß dieſe Verbindung 5 Unzen tragen konnte.

Endlich machten ſie noch folgende Bemerkung. Sie verbanden einen 4 Zoll langen ſtählernen Stab mit dem großen Streifen ſo, daß jener dieſen nur längs eines Zolls berührte, und 3 Zoll über das Ende deſſelben hervorragte. Nachdem ſie ſeine Kraft erprobt hatten, machten ſie die Einrichtung ſo, daß der kleine ſtählerne Stab 2 Zoll über den großen Streifen hervorgieng, und fanden, daß der Stab in dieſem Falle weit mehr, als im vorigen tragen konnte. Nachher legten ſie den Stahlſtab auf den großen Streifen ſo, daß er nur 1 Zoll über des letztern Ende hinausragte, und hier erhielt der Stahlſtab eine noch größere Kraft. Daraus ſchloſſen ſie natürlich, daß die Lage der Stahlſtäbe über einander keine gleichgültige Sache ſey.

Le Maire überreichte der Akademie einen künſtlichen Magnet, der aus 36 Strahlſtreifen zuſammen-

geſetzt war; ein jeder Streifen hatte eine Länge von 6 Zoll, eine Breite von 5 Linien und eine Dicke von ½ Linie, und alle 36 Streifen wogen 6 Pfund. Sie waren ſo geordnet, daß ſie zuſammen ein Parallelepipedum bildeten, welches beynahe eben ſo breit als hoch war; denn die Streifen lagen horizontal zwiſchen zwey ſtählernen Armaturen, welche denjenigen ähnlich waren, die man bey den Magnetſteinen ſelbſt gebraucht. Ein jeder von dieſen Streifen war nach der eben beſchriebenen Methode magnetiſirt, und der daraus verfertigte künſtliche Magnet zog 45 Pfund.

Canton's Methode, den ſchon vorhandenen Magnetismus durch ſich ſelbſt zu verſtärken, beſteht in folgenden: Wenn nämlich etwa vier Stäbe (fig. 12.) ab, cd, kl, mn ſchon magnetiſirt ſind, ſo legt man zwey davon ab und cd mit von einander gekehrten Polen b und c zwiſchen die Verſtärkungsanker ef und gh; legt ferner die andern zwey kl und nm mit ihren freundſchaftlichen Boden an einander, ſetzt ſie lothrecht über die Mitte von ab, hält ſie bey km feſt, bringt die Pole l und n etwas aus einander, und reibt alsdann von einem Ende zum andern, wie beym Doppelſtriche. Nach 50 bis 100 Strichen hört man wieder in der Mitte auf, drückt die Pole l und n wieder zuſammen, und zieht ſie ſeitwärts vom Stabe ab ab. Eben ſo verfährt man auch mit dem Stabe cd. Alsdann legt man kl und mn zwiſchen die Verſtärkungsanker, und ſtreicht ſie eben ſo, wie ab und cd. Hierdurch wird allemal das liegende Paar etwas ſtärker, als das ſtehende, und man kann die Verſtärkung durch mehrmalige Verwechſelung immer weiter treiben.

Nach

Nach 50 bis 100 ſolcher Vertikalſtriche läßt Canton noch 10 bis 12 Horizontalſtriche auf folgende Art geben. Man trennt die obern Pole der reibenden Stäbe (fig. 13.) k und m, bis die Stäbe ſelbſt einen ziemlich ſtumpfen Winkel machen, führt kl gegen a und mn gegen b, aber nicht wieder zurück, ſondern über die Verſtärkungsanker hinaus, und im Bogen herum, bis beyde in einiger Entfernung von ab mit den Polen l und n wieder zuſammen kommen, da man ſie denn aufs neue auf die Mitte von ab bringt, u. ſ. w.

Antheaulme's Verfahren iſt dem des Herrn Canton völlig ähnlich, nur daß er keine Horizontalſtriche anwendet.

Trullard zeigte folgende Methode, künſtliche Magnete von ungemeiner Stärke durch den urſprünglichen Magnetismus zu Stande zu bringen. Nachdem er auf die eben beſchriebene Art einem Stahlſtabe die magnetiſche Kraft durch urſprünglichen Magnetismus ertheilt hatte, ſo nahm er mehrere Stahlſtreifen, die gut polirt und blau angelaufen waren, und magnetiſirte ſie mit jenem Stahlſtabe ſo, daß er von der Mitte der Streifen aus die eine Hälfte wiederholt mit dem Nordpole und die andere Hälfte mit dem Südpole beſtrich. Ein jeder auf ſolche Art magnetiſirter Stahlſtreifen konnte ohngefähr 2 Drachmen halten.

Als er nun dieſe Stahlſtreifen in Bündel, in jedem drey, verbunden hatte, ſo nahm er ein ſolches Bündel in jede Hand, und magnetiſirte ſechs andere Streifen, indem er von der Mitte derſelben aus das eine Bündel nach der Rechten und das andere nach

der Linken führte; der eine reibende Pol war der Nordpol und der andere der Südpol. Eine jede von dieſen Streifen, welche auf dieſe Art durch ſechs andere auf einmal magnetiſirt waren, erhielt eine weit größere Kraft, als die ſechs erſtern erhalten hatten. Dieſe letztern Streifen in zwey Bündel, jedes von drey Stäben gebracht, dienten wieder, die ſechs erſtern von neuem zu magnetiſiren, welche eine größere Kraft bekamen, als ſie von dem urſprünglich magnetiſirten Eiſenſtabe erhalten hatten. Nachdem er dieſes Verfahren 12 mal wiederholt hatte, ſo konnte ein jeder magnetiſirter Stahlſtreifen das Zehnfache ſeines Gewichts tragen. Ueberhaupt war er vermögend, auf ſolche Art den Magnetismus ſo weit zu treiben, daß er glaubte, den größt möglichſten Effekt in den Streifen hervorgebracht zu haben.

Die 12 Streifen, welche er beſonders magnetiſirt hatte, brachte er in zwey Bündel zuſammen, jedes von 6 Streifen, welche er gebrauchte, 12 hufförmige Stahlſtäbe zu magnetiſiren. Hiernächſt verband er dieſe gehörig mit einander, und verfertigte daraus einen künſtlichen Magnet, den er mit einer gewöhnlichen Armatur verſah. So erhielt er einen Magnet, welcher 2 Pfund wog und 40 Pfund tragen konnte.

Seiner Meynung nach richten die Methoden der Herren Du Hamel, Antheaulme, Mitchell und Canton dasjenige nicht aus, was ſeine Methode bewirkt. Selbſt die Methode des Doppelſtrichs, welche Knight angewendet habe, ſcheine ihm nicht ſo wirkſam und einfach, als die ſeinige.

Er bemühte ſich auch, das Verhältniß aufzuſuchen, in welchem ſich die magnetiſche Kraft durch

die

die Vereinigung der magnetiſirten Stahlſtreifen vermehre. Bey Vergleichung des Calculs mit der Erfahrung fand er, daß ſie mehr als die Oberflächen, aber weniger als die Maſſen oder Volumen, zunehme.

Zuletzt fügt Trullard noch eine Bemerkung über die Art, die magnetiſche Kraft in den Stahlſtäben zu erhalten, hinzu; ein künſtlicher Magnet nämlich, welcher aus einem einzigen Streifen beſteht, er mag entweder gerade oder hufförmig ſeyn, kann ſchon ſeine magnetiſche Kraft durchs Reiben oder durch Berührung mit Eiſen verlieren; auch wird einer von mehreren magnetiſirten Stäben gänzlich unmagnetiſch, wenn er gegen einen andern gebracht, und in dieſem Zuſtande eine lange Zeit hindurch gelaſſen wird; aber wenn ſie durch eine gehörige Armatur mit einander verbunden werden, ſo wird ſich die magnetiſche Kraft aufs vollkommenſte erhalten.

Magnetnadel.

Um die Magnetnadeln ſo viel als möglich vollkommen einzurichten, ſind die Naturforſcher beſtändig bemüht geweſen, auf alle Umſtände hiebey genaue Rückſicht zu nehmen. Seitdem de la Hire die pfeilförmige Geſtalt der Nadeln als unvollkommen beobachtet haben wollte, ſind die meiſten, beſonders franzöſiſchen Naturforſcher, ſeinem Rathe gefolgt, den Nadeln die Form eines auf beyden Seiten zugeſpitzten Streifen zu geben. Ueber die ſchicklichſte Länge, nebſt der nöthigen Stärke derſelben, hat beſonders Muſſchenbroek Erfahrungen angeſtellt, und zugleich den Rath gegeben, daß man den dazu genommenen Stahl nur auf die blaue Federhärte zu bringen nöthig habe. Dagegen haben aber die nachfolgen-

genden Naturforſcher ganz richtig bemerkt, daß die Magnetnadeln in dieſem Zuſtande den Magnetismus zwar ſchneller annehmen, aber ihn auch weit leichter wieder verlieren. Am beſten hat man den hårteſten und feinſten Stahl dazu befunden.

Es kömmt nun vorzüglich darauf an, den Nadeln den möglichſt ſtårkſten Magnetismus mitzutheilen. Die gewöhnliche Art, ihnen den Magnetismus mitzutheilen, beſtand darin, daß man mit dem Pole eines Magneten von einem Ende bis zum andern über die ganze Långe der Nadel hinwegſtrich. Nachdem man aber anfieng, ſeine Aufmerkſamkeit auf die Verfertigung der künſtlichen Magnete zu richten, ſo fand man gar bald, daß man ihnen eine weit größere magnetiſche Kraft geben könne, als nach der gemeinen Methode. Es würde zu we.tläuftig ſeyn, alle Arten anzuführen, welche ſeitdem angegeben worden ſind, um die Nadeln auf eine vortheilhafte Art zu magnetiſiren. Im allgemeinen gründen ſie ſich insgeſammt auf den einfachen oder Doppelſtrich, ihre Verſchiedenheit liegt bloß in Nebenumſtånden. D. Knights Methode, die Nadeln zu magnetiſiren, iſt für die beſte gehalten worden, und beſteht in folgenden. Man legt zwey ſtarke künſtliche Magnetſtåbe in eine gerade Linie mit den freundſchaftlichen Polen zuſammen, ſetzt mitten auf dieſelben da, wo ſie ſich berühren, die in ihrer Mitte durchlöcherte Nadel auf, befeſtigt dieſe ſo, daß ihre beyden Hålften långs der beyden an einander gelegten Ståbe hin liegen, und zieht alsdann beyde Ståbe auseinander, ſo, daß ſie langſam unter den beyden Hålften der Nadel hin gleiten. Wenn man alsdann die Magnetſtåbe von der Seite her wieder unter die Nadel

bringt,

bringt, und das Verfahren wiederholt, ſo kann man der letztern eine ſehr ſtarke Kraft mittheilen. Bey D. Knight's ſtarken künſtlichen Magneten war ein einziger Strich ſchon hinreichend.

Da aber D. Knight ſeine Methode, künſtliche Magnete zu verfertigen, geheim hielt, und es gleichwohl darauf ankommt, die vollkommenſten Magnete zu beſitzen, um die Nadeln ſtark zu magnetiſiren, in welcher Kunſt Knight es am weiteſten gebracht hatte, ſo unternahmen es die Herren du Hamel und Antheaulme a), weitere Verſuche anzuſtellen, und eben ſo wirkſame künſtliche Magnete zu verfertigen, als D. Knight, damit ſie den Nadeln einen eben ſo ſtarken Magnetismus mittheilen könnten.

Du Hamel bemerkt zuvörderſt, daß, wenn man auch der Magnetnadel eine ſehr ſtarke Kraft geben könne, ihr doch kein anderes Hinderniß im Wege ſtehen müſſe; daher müſſe man das Reiben auf dem Stifte ſo zu vermindern ſuchen, daß ſie ſich auf ſelbigem eben ſo frey bewege, als wenn ſie auf dem Waſſer ſchwimme. Eine ſehr leichte Nadel verurſache zwar kein ſtarkes Reiben, allein ſie beſitze auch nur eine ſehr geringe magnetiſche Kraft; wenn man alſo dieſe ſtärker haben wolle, ſo müſſe man der Nadel ein größeres Gewicht geben, dadurch vermehre ſich aber verhältnißmäßig ihr Reiben, und man könne daraus keine ſonderlichen Vortheile ziehen. Endlich habe Antheaulme eine Vorrichtung gemacht, wobey die ſchwerſten Nadeln auf ihren Spitzen eben ſo beweglich wären, als die leichteſten.

Ob

a) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1750.

Ob aber gleich, fährt er fort, die Nadeln auf die vollkommenſte Art eingerichtet ſeyn mögen, ſo fürchteten doch die Seeleute ihre zu große Beweglichkeit, indem die Bewegung des Schiffs ſie verhindere, die wahre Richtung an ihr zu erkennen. Indeſſen, ſagt er, ſind wir auch ſo weit gekommen, daß auch dieſer Fehler wegfällt, ohne die Beweglichkeit der Nadeln vermindern zu dürfen.

Eine Nadel von $2\frac{1}{2}$ Drachme an Gewicht, welche mit einem guten Magnetſteine magnetiſirt war, konnte nicht mehr als 5 bis 6 Drachmen ziehen; die nämliche Nadel mit Knight's künſtlichen Stäben magnetiſirt trug 9 Drachmen, und mit Antheaulme's künſtlichen Stäben $10\frac{1}{2}$ Drachmen.

Wenn man ein kleines magnetiſirtes Stahlſtäbchen einer ihrer Nadeln näherte, ſo änderte ſie ihre Richtung in einer Enfernung von 14 bis 15 Zoll, da hingegen das nämliche Stahlſtäbchen auf die gewöhnlichen Nadeln erſt in einer Entfernung von 4 bis 5 Zoll wirkte; ein magnetiſcher Eiſenſtab des Herrn Knight zeigte auf ihre Nadeln eine Wirkung in einer Entfernung von 3 Fuß, und man mußte ihn bey den gewöhnlichen Nadeln bis gegen 9 Zoll nähern, wenn ſie ihre Richtung ändern ſollten.

Die Verſuche, welche du Hamel und Antheaulme anſtellten, um Magnetſtäbe von derſelben Stärke zu erhalten, welche Knight's Stäbe beſaßen, ſind folgende. Sie nahmen zwey Stahlſtücke von dünnen Säbeln, an welchen ſie die Spitzen abgebrochen hatten, ſo daß ſie 2 Fuß 7 Zoll lang waren, und magnetiſirten ſie auf die von le Maire und du Hamel oben angeführte Art. Hiernächſt wählten

ſie

ſie zwey kleine engliſche Stäbe von 8 Zoll Länge, $4\frac{1}{2}$ Lin. Breite und $2\frac{1}{2}$ Linie Dicke, und magnetiſirten ſie mittelſt jener beyden Stahlplatten nach derjenigen Methode, welche Knight zur Magnetiſirung der Magnetnadeln vorgeſchrieben hatte; dieſe Stäbe erhielten eine Kraft, welche der in Knight's Stäben ſehr nahe kam. Denn ein kleiner engliſcher Stahlſtab, welcher 44 Gran wog, nach gewöhnlicher Art mit einem guten Magnet magnetiſirt, konnte kaum eine Nähnadel halten; als er aber mit den kleinen Stahlſtäben nach Knight's Methode magnetiſirt ward, trug er 1 Unze 4 Drachmen.

Ein ſchwacher Magnet, welcher ohngefähr 1 Zoll ins Gevierte und 3 Linien Dicke hatte, und 1 Unze wog, konnte kaum einen kleinen Nagel halten; da dieſer in entgegengeſetzter Richtung ſeiner natürlichen Pöle magnetiſirt ward, wurde der Südpol ein Nordpol und der Nordpol ein Südpol; ſeine Kraft wurde um ein beträchtliches vergrößert, indem er nun 6 Unzen trug; ſie magnetiſirten ihn von neuem, abermals in entgegengeſetzter Richtung der ihnen gegebenen Pole. Die Folge davon war, daß die Pole abermals eine veränderte Lage erhielten, und die Kraft ſo ſehr vergrößert wurde, daß er 22 Unzen tragen konnte.

Da die beyden Stahlſtreifen von Säbeln eine convexe Oberfläche hatten, ſo glaubten ſie, daß man eine weit ſtärkere Kraft zuwege bringen könnte, wenn man ſtatt jener Streifen Stahlſtreifen von derſelben Länge, welche mehr Gewicht und eine völlig ebene Oberfläche beſäßen, wählte. Der Erfolg war ihrer Vermuthung vollkommen gemäß, und ſie waren auf dieſe Art im Stande, künſtliche Magnetſtäbe zu verferti-

fertigen, die eine ſtärkere Kraft hatten, als diejenigen, die ſie von D. Knight erhalten hatten.

Sie hatten vier große und zwey kleine Stahlſtäbe nöthig, alle von dem beſten engliſchen Stahle; die vier großen beſaßen eine Länge wenigſtens von 2 Fuß 6 Zoll, eine Breite von 12 bis 15 Linien und eine Dicke von 5 bis 6 Linien. Um die Pole zu unterſcheiden bezeichneten ſie das eine Ende mit S und das andere mit N. Die beyden kleinen Stäbe hatten 10 bis 12 Zoll Länge, ohngefähr 6 bis 7 Linien Breite, und 4 bis 5 Linien Dicke. Auch die Enden dieſer Stäbe wurden mit S und N bezeichnet. Ueberdem war ihnen noch ein kleines Lineal von Holz nöthig, welches dieſelbe Länge und Dicke als die kleinen Stahlſtäbe hatte, und 3 bis 4 Linien breit war; dieß wurde zwiſchen die Stahlſtäbe gelegt, um zu verhindern, daß ſie ſich berühren konnten. Ferner mußten noch zwey eiſerne Parallelepipeda von 7 bis 8 Linien Breite, von der Dicke der kleinen Stahlſtäbe, und von der Länge, als die kleinen Stäbe Breite hatten, vorhanden ſeyn. Endlich war noch ein guter Magnet nöthig, welcher 18 bis 20 Pfund tragen konnte.

Hiernächſt wurden nun zwey von den großen Stahlſtäben auf die gewöhnliche Art magnetiſirt, welche mit A bezeichnet wurden, um ſie von den beyden andern unmagnetiſirten, die mit B angedeutet wurden, zu unterſcheiden.

Die beyden Stäbe A wurden auf einen großen Tiſch gelegt, und die beyden Stäbe B parallel neben einander mit der hölzernen Regel dazwiſchen ſo, daß das eine eiſerne Parallelepipedum die beyden Enden, das andere aber die beyden andern Enden der beyden

Stäbe

Stäbe B berührten; hiernächſt wurden die beyden andern Stäbe A mit den Stäben B ſo verbunden, daß auf der einen Seite der beyden Stäbe B das Ende N des einen der Stäbe A das Ende S des einen der andern Stäbe B, und auf der andern Seite der beyden Stäbe B das Ende S des andern der Stäbe A das Ende N des nämlichen Stabes von B berührten. Nach dieſer Vorrichtung wurde mit dem Nordpol des Magneten drey- bis viermal von dem einen Ende N des Stabes A1 bis zum Ende S des andern Stabes A2 längs des Stabes B1, der magnetiſirt werden ſollte, geſtrichen. Nachdem auf ſolche Art der eine Stab B1 auf der einen Fläche magnetiſirt war, brachte man die eine Stange A1 auf die andere Seite von A2 ſo, daß das Ende N des Stabes A1 das eiſerne Parallelepipedum an dem Ende S der Stange B2 berührte; eben ſo brachte man die Stange A2 auf die Seite von A1, ſo daß das Ende S der Stange A2 die Armatur des Endes N der Stange B2 berührte; da alsdann B2 eben ſo wie B1 magnetiſirt wurde.

Auf eine ähnliche Art wurden auch die beyden andern Seiten der beyden Stahlſtangen B magnetiſirt.

Nun brachte man die beyden Stangen A in dieſelbe Lage, als vorher die Stangen B gehabt hatten, und magnetiſirte ſie auf gleiche Art. Nachdem dieſes Verfahren zwey- bis dreymal wiederholt worden war, ſo hatten die vier Stäbe einen überaus ſtarken Magnetismus erhalten. Man konnte kleinen Stahlſtäben von 9, 10, 12 Zoll Länge mittelſt dieſer vier Stangen eine eben ſo große magnetiſche Kraft mittheilen, als D. Knight mit den ſeinigen thun konnte.

Uebrigens macht du Hamel noch folgende Bemerkungen:

1. Sie hatten Stahlſtäbe, welche beym erſten Berühren nur eine ſehr ſchwache magnetiſche Kraft annahmen; nachdem ſie aber in ihrer Büchſe mit der Armatur gelaſſen, und nach einiger Zeit von neuem berührt wurden, ſo erlangten ſie eine große Kraft, und wurden ſehr gut; es ſchien, als wenn die magnetiſche Materie, welche durch die Armatur aus dem einen Stabe zum andern ſich bewegt, die Zwiſchenräume des Stahls gleichſam fähig gemacht habe, mehr magnetiſche Kraft anzunehmen.

2. Diejenigen Stahlſtäbe, welche beynahe gar keine magnetiſche Kraft annehmen wollten, legten ſie mit den Enden zuſammen auf eine der großen Stahlſtangen, und brachten an das Ende der kleinen Stahlſtäbe ein Stück Eiſen, welches die Armatur der großen Stangen berührte. Nachdem dieſe kleinen Stahlſtäbe etwa 5 Stunden in dieſer Lage geweſen waren, erhielten ſie eine außerordentlich ſtarke magnetiſche Kraft. Dieß ſchien, wie im erſten Falle, anzuzeigen, daß die magnetiſche Materie ſich nach und nach in dem Stahle Wege macht, welche durch die erſte Berührung nicht geöffnet werden konnten.

3. Die kleinen Stahlſtäbe dienten vorzüglich zum Berühren der Magnetnadeln. Um ihnen aber die möglichſt ſtärkſte Kraft zu geben, mußte man zwey Nadeln neben einander legen, ihre Enden in eine ausgehölte Armatur bringen, und ſie mit den vier großen Stangen ſo verbinden, wie bereits angezeigt worden. Wenn man ſie alsdann in ihrer Armatur beyſammen läßt, und ſie alle 4 bis 5 Tage eine gewiſſe Zeit hindurch von neuem berührt, ſo erhalten ſie eine ſtarke magnetiſche Kraft, welche eine ſehr lange Zeit hindurch dauerhaft iſt, beſonders wenn man zwey

und

und zwey in einer Büchſe mit Armaturen hält, oder über ihren Stift ſpielen läßt; denn im erſtern Falle erfolgt nach du Hamel's Meynung der Umlauf der magnetiſchen Materie durch die Armatur von einer Nadel zur andern, und im andern Falle ſpielt ſich die Nadel beynahe in die magnetiſche Axe, und empfängt etwas von der allgemeinen magnetiſchen Materie, welche um die Erde circulirt.

4. Die Geſtalt der Nadeln, welche ihnen am vortheilhafteſten ſchien, iſt ein Parallelogramm, welches ſich auf beyden Seiten in ſehr ſtumpfwinkliche Spitzen endigt, und es iſt ſehr ſchicklich, ihnen beynahe $\frac{1}{2}$ Linie Dicke zu geben.

5. Uebrigens müſſen die Nadeln aus dem feinſten und härteſten Stahle verfertigt werden, nicht allein, weil ſie nach der von ihnen beſchriebenen Methode eine ſehr große magnetiſche Kraft annehmen, ſondern dieſelbe auch am längſten behalten.

6. Soll aber in ihnen die magnetiſche Kraft von Dauer ſeyn, ſo müſſen ſie in einer Büchſe mit ihrer Armatur aufbewahrt werden.

7. Es ſchien ihnen, als wenn gehärtetes Stahl in Bündeln vorzüglich geſchickt ſey, die magnetiſche Kraft anzunehmen.

8. Wenn die Stangen geſchmiedet ſind, ſo iſt es gut, ſie mit einem Hammer gelinde zu ſchlagen. Die Schmiedemeiſter haben die Gewohnheit, ſie von den kleinen Schlacken zu reinigen, indem ſie den Hammer in Waſſer eintauchen, und dieſe Vorſicht ſcheint ſehr gut zu ſeyn.

9. Es iſt nicht leicht, zu verhindern, daß ſich die Stahlſtäbe während des Härtens krümmen; da-

her räth du Hamel an, die Stahlſtäbe nicht kalt werden zu laſſen, ſondern ſie beſtändig in einer gewiſſen Wärme zu erhalten.

10. Um ſich eine Vorſtellung von dem zu machen, was bey dieſer Methode, die Stahlſtäbe zu magnetiſiren, vorgeht, bemerkt du Hamel noch, man müſſe zugeben, daß die beyden großen mit magnetiſcher Kraft verſehenen Stahlſtangen, welche man an die beyden äußerſten Enden der zu magnetiſirenden Stange ordne, die magnetiſche Materie quer durch den kleinen Stab gehen laſſen, und daß der Umlauf derſelben in den kleinen Stäben um ſo viel reiſſender ſey, als die Maſſe der großen Stangen größer wie die der kleinen Stäbe iſt; dieſer Umlauf wird aber noch mehr vergrößert, wenn man vermittelſt anderer großer ſehr ſtarker magnetiſcher Stäbe über die ganze Länge ſowohl der erſten großen als auch der kleinen Stäbe hinwegſtreicht; vielleicht ſey der Umlauf durch die Armatur zum Theil unterbrochen, und man könne vermuthen, daß ein Theil in den mit dem zu magnetiſirenden parallel gehenden unmagnetiſchen Stab hin übergehe. Es möge hiemit nun eine Beſchaffenheit haben, welche es wolle, ſo hätten ſie bey ihrer Vorſicht weit ſtärkere magnetiſirte Stäbe erhalten, als diejenigen wären, die ſie von England erhalten hätten.

Zwey Stäbe von D. Knight, welche 12 Unzen 3 Drachmen wogen, konnten 28 Unzen 2 Drachmen tragen. Dagegen zogen zwey kleine Stäbe von ihrer Art, welche 6 Unzen 3½ Drachm. wogen, 36 Unzen 3 Drachm., und zwey andere Stäbe, welche 14 Unzen 4 Drachmen wogen, 44 Unzen 2 Drachmen.

Du Hamel ſchloß daher: 1. daß es leicht ſey, eben ſo ſtarke magnetiſche Stahlſtäbe zu machen, als die-

diejenigen des D. Knight; 2. daß man mit Stäben von 14 bis 15 Unzen, ohne einen Magnet, kleine ſehr ſtarke magnetiſche Stäbe zu Stande bringen könne, wenn ſie gleich nur 4 bis 5 Unzen wiegen; 3. daß man mit den nämlichen Stäben die Pole eines ſchwachen Magneten verändern, ihre Kraft vergrößern, und den Magnetnadeln eine größere Stärke mittheilen könne, als mit den beſten Magneten.

Was die andere Abſicht betrifft, die Nadeln über ihrer Unterſtützung beweglich zu machen, ſo bemerkt du Hamel, daß Antheaulme dieß mit außerordentlicher Leichtigkeit ausgeführt habe; in dem Mittelpunkte ſeiner Bouſſole ſtellte er nämlich eine kleine kupferne Säule, welche dick genug war, um auf ſelbige ein kleines achatenes oder gläſernes Hütchen kütten zu können; ein ähnliches Hütchen befeſtigte er in dem Mittelpunkte ſeiner Roſe; nachher bereitete er eine kleine kupferne Spindel, deren eines Ende in das Hütchen auf der kupfernen Säule in der Mitte der Bouſſole eingelaſſen iſt, und das andere Ende von dem andern Hütchen in der Mitte der Roſe aufgenommen wird; endlich iſt in der Mitte dieſer Spindel eine kleine kupferne Nadel angebracht, welche drey kleine Gewichte in drey verſchiedenen Punkten trägt, um die Spindel und die Roſe in einer ſenkrechten Richtung zu erhalten.

Um nun auch die Nadeln nicht zu beweglich zu machen, wenn ſie auf dem Schiffe mit Nutzen gebraucht werden ſollen, brachten ſie unter der Roſe kleine Flügel von Papier an, welche, ohne ſie zu beſchweren, der Luft einen Widerſtand leiſteten, der die Schwingungen der Nadeln ungemein verminderte.

Was die Abweichung der Magnetnadel betrifft, ſo hatte man zwar bisher zu Lande und zu Waſſer eine ſehr große Menge von Beobachtungen angeſtellt, aus welchen ſich ergab, daß ſie an einem und demſelben Orte ſelbſt veränderlich ſey; allein ſie waren doch bey weitem noch nicht genau genug, um etwas ſicheres daraus zu ſchließen. Man hatte bemerkt, daß es ſehr ſelten zwey Magnetnadeln gebe, welche genau dieſelbe Größe der Abweichung zeigten. Ihre verſchiedene Länge, Beweglichkeit, mitgetheilter ſtarker oder ſchwacher Magnetismus u. d. g. mußten natürlich die Urſachen davon ſeyn. Aus dieſem Grunde haben einige Naturforſcher die gewöhnlichen Compaſſe, welche bisher zur Findung der Größe der Abweichung waren verfertigt worden, anders einzurichten und zu verbeſſern geſucht. Buache[b]) hatte ſich daher Mühe gegeben, eine ganz neue Einrichtung einer Bouſſole zu erfinden, vermittelſt welcher man bey einer einzigen und der nämlichen Operation ſo wohl die Abweichung als Neigung der Nadel mit einer weit größern Genauigkeit und Leichtigkeit, als man bisher vermögend geweſen war, beſtimmen konnte. Er iſt mit de l'Isle der Meynung, daß es vortheilhafter ſey, zu den Bouſſolen kein kupfernes, ſondern entweder ein hölzernes oder ein marmornes Gehäuſe zu wählen, weil das Kupfer einiges Eiſen enthalten könnte, welches den Gang der Nadel unſicher mache. Er bemerkt, daß er mit ſeiner Bouſſole allemal die Abweichung ein wenig größer gefunden habe, als ſie mittelſt der gewöhnlichen Bouſſolen beſtimmt worden. Vielleicht, ſagt er, rühre dieſer Unterſchied von der viel freyern Aufhängung ſeiner Nadeln, und von ihrer gleichen Dicke längs der ganzen Länge her.

Für

b) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1732.

Für die Schifffahrt iſt es beſonders äußerſt wichtig, die Abweichung der Nadel zur See ſo genau als möglich zu beſtimmen. Durch einen Schiffbruch eines engliſchen Geſchwaders wurde die Societät zu London veranlaßt, für die beſte Methode, die Abweichung der Nadel zur See zu finden, auf das Jahr 1731 einen Preis auszuſetzen. Bey dieſer Gelegenheit hatte Bouguer gezeigt, wie ſchwierig es ſey, ſo genaue Beobachtungen über die Höhe eines Geſtirns auf der Morgen- und Abendſeite mittelſt der gemeinen Bouſſole anzuſtellen, als es bey der gewöhnlichen Methode, die Abweichung zur See zu finden, nöthig iſt. Um dieſer Schwierigkeit abzuhelfen, und andere dabey vorkommende ungünſtige Umſtände zu vermeiden, gab de la Condamine [c]) eine andere Methode an, die Abweichung der Nadel zur See zu finden, welche Godin [d]) noch einfacher zu machen ſuchte.

Die Abweichungen zu Paris, welche jährlich von Maraldi und Fauchy beobachtet worden, ſind folgende:

Jahre	Abweichung	
1730	14° 25′	gegen Weſten.
1735	15° 45′	
1740	15° 45′	
1745	16° 15′	
1750	17° 15′	
1760	18° 0′	
1770	19° 0′	

Da durch dieſe und andere Beobachtungen genugſam erwieſen war, daß die ſogenannten Abweichungs-

c) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1733.

d) Ibid. an. 1734.

chungslinien auf der von Halley entworfenen Abweichungscharte ſich verrücken, ſo ſahe man wohl ein, daß man mit der Zeit neue Abweichungscharten nöthig habe. Dergleichen ſind auch wirklich aus neuern Beobachtungen entworfen worden; für das Jahr 1744 eine von Mountaine und Dodſon [e]); für das Jahr 1755 eine von Zegollſtröm [f]); für das Jahr 1765 eine von Bellin [g]); und für das J. 1772 eine. Aus der Betrachtung dieſer Charte laſſen ſich für das Jahr 1770 folgende merkwürdige Sätze ziehen:

1. In ganz Europa, Afrika, dem öſtlichen Theile von Nordamerika und dem ſüdlichen Theile von Aſien nebſt den angränzenden Meeren war die Abweichung der Nadel durchaus weſtlich.

2. Im Ocean, weſtwärts von Großbritannien, und oſtwärts vom Vorgebirge der guten Hoffnung, war ſie am größten, und betrug daſelbſt 25 Grad.

3. Die beyden für die Abweichung von 15° gezogenen Linien kreuzen ſich mitten in Afrika. Dieſe Linien ſind zwar nicht unmittelbar aus Beobachtungen beſtimmt, die in Afrika ſelbſt angeſtellt wären; aber ſie haben doch ohne Verletzung der Analogie nicht anders gezogen werden können.

4. Vom weißen Meere aus geht durch Aſien, das ſüdliche China und die philippiniſchen Inſeln eine Linie, in welcher gar keine Abweichung ſtatt findet.

5. Die

e) Philoſ. Tranſact. Vol. L. P. I. p. 329.

f) *Mar. Strömer* et *Jo. Guſt. Zegollſtröm* diſſert. de theoria declinat. magneticae. Upſ. 1755.

g) Carte des variations de la Bouſſole et des vents généraux, que l'on trouve dans les mers les plus frequentes p. Mr. *Bellin*. à Paris 1765.

5. Dieſer Linie gegen Morgen fängt die Abweichung an öſtlich zu werden, und bleibt dieß bis an eine Linie, welche von Florida aus an der braſilianiſchen Küſte hin bis an den erſten Meridian unter 40° ſüdlicher Breite geht, in welcher Linie wiederum gar keine Abweichung iſt.

6. Die größte öſtliche Abweichung von 25° findet unterhalb der ſüdlichen Spitze von Amerika ſtatt.

7. Halley hatte in ſeiner Charte die Linien für die größten Abweichungen von 25°, bey Afrika und Amerika um 15° weiter gegen Morgen, bey Großbritannien 40 bis 50° weiter gegen Abend geſetzt; um ſo viel hatten ſich alſo dieſe Linien ſeit 70 Jahren verrückt.

Halley hatte zur Erklärung der Abweichungen der Nadel an den verſchiedenen Orte der Erdfläche die Hypotheſe angenommen, die Erdkugel ſey ein großer Magnet mit vier magnetiſchen Polen oder Anziehungspunkten, von welchen je zwey und zwey nahe an jedem Pole des Aequators lägen. Gegen dieſe Hypotheſe hat der jüngere Euler h) wichtige Zweifel erhoben, und bewieſen, daß man mit der Annahme von zwey magnetiſchen Polen alle mögliche Abweichungen der Magnetnadel beweiſen könne. Nach folgenden Vorausſetzungen, wenn die beyden Pole einander gerade entgegengeſetzt ſind, und zwar 1) wenn ſie in einerley Meridian, 2) wenn ſie in zwey verſchiedenen Meridianen, und 3) wenn ſie in zwey entgegengeſetzten

h) Recherches ſur la declinaiſon de l'aiguille aimantée in den Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Pruſſe. an. 1757. p. 175.

ten Meridianen lägen, hat Euler mittelſt der Mathematik Formeln zu berechnen geſucht, nach welchen die Halley'ſchen Abweichungslinien ſich würden beſtimmen laſſen. Nimmt er nun an, daß der magnetiſche Nordpol 14, der Südpol 35 Grad von den Erdpolen abſtünden, die durch beyde gelegten Meridiane aber 63 Grad von einander entfernt wären, ſo findet er die Abweichungslinien nach dieſen Formeln ziemlich zuſammentreffend mit der fürs J. 1744 von Mountaine und Dodſon entworfenen Charte. Nach Euler's Vermuthung würden ſeine gegebenen Formeln noch mehr mit den Beobachtungen zuſammentreffen, wenn er den Nordpol 17 Grad und den Südpol 40 Grad von den Erdpolen entfernt annähme.

Gegen Euler's Theorie hat der Göttingiſche Aſtronom, Tobias Mayer, in einer in der königlichen Geſellſchaft zu Göttingen vorgeleſenen ungedruckten Abhandlung nach dem Zeugniß der Herren Erxleben und Lichtenberg [i]) einige Erinnerungen gemacht, und die Erſcheinungen am Magnet auf folgende Art zu erklären geſucht: es ſey ein Magnet in der Erde anzutreffen, welcher in Vergleichung mit dieſer als unendlich klein zu betrachten iſt; er liege jedoch nicht im Mittelpunkte der Erde, ſondern etwa 120 Meilen davon, und zwar nach demjenigen Theile der Erde hin, welchen das ſtille Meer bedeckt. Dieſer Magnet habe nur zwey Pole, ſeine Axe laufe nicht mit der Erdaxe parallel, und ſeine Kraft nehme ab, wie die Würſel der Entfernungen zunehmen. Er entferne ſich in jedem Jahre etwa um $\frac{1}{1000}$ des Halbmeſſers der Erde von dem Mittelpunkte derſelben. Wenn eine gerade Linie durch den Mittelpunkt der Erde

i) Anfangsgründe der Naturwiſſenſchaft. §. 709.

de und des Magneten gezogen würde, ſo ſchnitte ſie die Oberfläche der Erde in einer Länge von 201 Graden von der Inſel Ferro, und im 17. Grade nördlicher Breite. Die Länge dieſes Durchſchnittspunktes nehme jährlich um 8, die Breite um 14 Minuten ab. Uebrigens ſey er der Meynung, daß die Axe des Magneten auf der durch die Mittelpunkte der Erde und des Magneten gezogene Linie ſenkrecht ſtehe, und dieſes in einer Ebene, welche mit der Ebene des Meridians, worin jene Linie liegt, einen Winkel von 11½ Grad macht, und zwar bey uns gegen Oſten zu, auch wachſe dieſer Winkel jährlich um 8½ Minuten. Aus dieſer Hypotheſe folgerte Mayer für verſchiedene Oerter der Erde folgende Größen der Abweichungen:

	Aus der Hypotheſe gefolgerte	beobachtete
Für Paris	14° 2′ weſtl.	14 bis 10° 0′ weſtl.
„ Berlin	12° 2′ „	12° 40′ „
„ Upſala	11° 24′ „	9° 30′ „
„ Tornea	9° 45′ „	7° 30′ „
„ Petersburg	9° 44′ „	5° 0′ „
„ Am Cap	18° 1′ „	17° 30′ „
„ Louisburg	19° 54′ „	17° 0′ „
„ Quito	7° 36′ öſtl.	8° 0′ öſtl.

Lichtenberg bemerkt, daß man bey ſo unvollkommenen Beobachtungen, als ſich Mayer bedienen mußte, eine ſolche Uebereinſtimmung mit den wahren Abweichungen bewundern müſſe.

Daß aber die Magnetnadel an einem und demſelben Orte nicht nur einer jährlichen, ſondern auch einer täglichen ja ſtündlichen Veränderung unterworfen ſey, darüber hatte bereits Graham im Jahre 1722 zu London mannichfaltige Beobachtungen angeſtellt (Th. IV. S. 534.). Verſchiedene Naturforſcher, und beſonders Swedenborg in ſeinem Werke vom

Magnet,

Magnet, haben dieß in Zweifel ziehen und behaupten wollen, daß eine ſolche Veränderung der Magnetnadel von irgend einem Mangel und Nachläſſigkeit bey der Obſervation ſelbſt herkomme. Daher hielt es Andr. Celſius[k]) der Mühe werth, dergleichen Beobachtungen von neuem in Schweden anzuſtellen. Zu dieſem Ende ließ er ſich bey dem Künſtler Siſſon in London unter Graham's Aufſicht einen richtigen Compaß verfertigen, welcher folgende Einrichtung hatte. Die Compaßnadel hatte eine prismatiſche Geſtalt, und war 1 Fuß und 2 Linien lang, $\frac{1}{2}$ Linie breit und $\frac{1}{3}$ Linie dick. Mitten auf der Nadel war ein ausgehöhlter meſſingener Knopf, welcher von einer meſſingenen Pinne mit der möglichſt geringſten Friktion berührt ward; auf dem ſüdlichen Ende der Nadel konnte man eine kleine meſſingene Pinne vor- und rückwärts ſchieben, um dieſelbe damit wagrecht zu ſtellen. Die Büchſe war von Holz mit einem meſſingenen Boden, welcher an jeder Seite einen Kreisbogen von 40 Graden ſo ſehr erhöht hatte, daß die Nadel in einer gleichen Fläche mit der Oberfläche des Bogens lag, worauf bey jeden fünf Minuten die Abtheilungen mit feinen Strichen gemacht waren, zwiſchen welchen jedoch ein ſo großer Raum war, daß man mit einem convex geſchliffenen Glaſe ein Fünftel oder jede Minute unterſcheiden konnte. Dicht auf dieſen Abtheilungen zeigte die Nadel in einem kleinen Spielraume die Grade mit einem feinen mit dem Horizont bleyrecht geſchliffenen Eychen. Die Büchſe war mit einer Glasſcheibe genau bedeckt, ſo daß, wenn man Beobachtungen anſtellen wollte, weder Luft noch Athem die Nadel von ihrer rechten Stellung zu bewegen vermö-

k) Abhandl. d. Schwed. Akad. d. Wiſſenſch. B. II. S. 45. f. der d. Ueb.

mögend ſeyn konnte. Da es nun hier allein darauf ankam, den Unterſchied der Abweichung von einer Stunde zu der andern zu wiſſen, ſo ſtellte er den Compaß auf einen Tiſch in ſeiner Kammer auf einem gewiſſen beliebigen Grade, ohne denſelben nach der Mittagslinie zu richten; auch war er verſichert, daß er während der Zeit, da er beobachtete, immer ungeſtört da ſtand. Uebrigens war er durch andere Proben, die er mit daran gehaltenem Eiſen machte, verſichert, daß die beobachtete Bewegung der Nadel von einem Magnetismus herrührte. Unter vielen damit angeſtellten Beobachtungen führt Celſius nur folgende in 2 auf einander folgenden Tagen gemachte an.

1740 am 30 April

um 8 Uhr Vormitt. wich die Nadel auf	29	Minut.
9 - - - - -	24	-
10 - - - - -	25	-
11 - - - - -	35	-
12 - - - - -	47	-
2 - Nachmitt. - -	50	-
3 - - - - -	51	-
4½ - - - - -	50	-
5 - - - - -	49	-
6 - - - - -	47	-
6¾ - - - - -	47	-
10¾ - - - - -	43	-

Am 1ten May

um 8 Uhr Vormitt. - -	36	-
10¼ - - - - -	38	-
11 - - - - -	39	-
12½ - - - - -	45	-
9 - - - - -	42	-

Hieraus ſchließt Celſius, daß die Magnetnadel ihre Stelle von einer Stunde zur andern zwiſchen

den

den Enden bis auf 10, und innerhalb 6 Stunden Zeit bis auf 27 Minuten verändere. Ferner, daß ſie von einem Tage zum andern zu gleicher Zeit nicht auf derſelben Stelle ſtehe, ſondern zuweilen auf 7 Minuten und mehr verſchieden ſeyn könne. Uebrigens hat er noch nicht bemerkt, daß Kälte, Wärme, imgleichen Schwere der Luft, Wind u. ſ. f. mit ſolchen Veränderungen einige Gemeinſchaft haben.

Nach Celſius hat Peter Hiorter [1]) die Beobachtungen über die Veränderungen der Magnetnadel fortgeſetzt, und aus 10000 angeſtellten Beobachtungen folgende Sätze hergeleitet:

1. Die Nadel hat eine tägliche Veränderung von Oſten nach Weſten oder umgekehrt. Dieß hat ſich alle Tage ordentlich und beſtändig ſo verhalten, mit einer täglichen Abwechſelung von 5 Minuten, manche Tage etwas mehr, manche etwas weniger, doch ſtufenweiſe, und ſelten in einem Sprunge vom Größten bis zum Kleinſten zu dieſen Stunden, wenn nichts beſonders dazwiſchen gekommen iſt, was die Nadel in ihrer täglichen Aenderung hätte ſtören können.

2. Dieſe Aenderungen haben nicht alle Tage einerley Zahl der Grade und Minuten gehalten, ſondern einen Monat weiter nach Oſten, eine andere Jahrszeit weiter nach Weſten, an welchen neuen Stellen die täglichen Aenderungen gleichwohl ihre völlige Richtigkeit haben. Mitten im Februar hatte ſich die Nadel 8 bis 10 Minuten weiter nach Weſten, und nachher in der Mitte des Märzes 10 Minuten öſtlicher gewandt, als da ſie am 19. Januar zuerſt von ihm beob-

1) Abhandl. der Schwed. Akad. d. Wiſſ. B. IX. S. 30. ff. d. deutſch. Ueberſ.

beobachtet ward. Das übrige des Märzes, den ganzen April, May bis den 12. Jun. hielt ſie ſich ziemlich gleich, ſo daß ſie bis dahin um 5 oder 6 Minuten in ihrer täglichen Veränderung öſtlicher ward, nachher aber wuchs ſie ſo ſchnell weiter nach Oſten zu, daß ſie am 22ten dieſes Monats 50 Min. mehr nach dieſer Seite zu war, als 10 Tage zuvor, und alſo einen ganzen Grad öſtlicher, als da der Compaß am 19ten Januar niedergeſetzt wurde. In dieſer Abweichung ſetzte die Nadel ihre tägliche Aenderungen ohngefähr 5 Minuten fort, bis am 9ten Jul., da ſie ſich des Morgens wieder $\frac{1}{8}$ Grad mehr nach Weſten zurückkehrte, als den Abend zuvor, in welchem Striche des Compaßbogens die Nadel ſich nachher bis zum Schluſſe des Septembers hielt, bis ſie ſich nach und nach im folgenden Monat noch einige Minuten mehr nach Weſten zog, bey welchen ſie das übrige Jahr bis zum 19. Januar des folgenden ihre tägliche Hin- und Hergänge verrichtete, ſo daß ſie dieſen Tag etwa 15 Minuten öſtlicher ſtand, als das Jahr vorher, aber im März völlig wieder zu den Minuten zurückgekehrt war, wo ſich ihre tägliche Aenderung das Jahr zuvor befand.

3. Hat man noch eine Aenderung der Magnetnadel gefunden, welche Verwunderung und Aufmerkſamkeit verdient. Man fand nämlich, daß der Nordſchein mit dem Magnet einige Gemeinſchaft und Verbindung habe, und daß dieſe Nordſcheine, wenn ſie Schwedens Scheitelpunkt ſüdlich, oder ungleich gegen die öſtliche und weſtliche Seite des Horizonts vorbeygehen, innerhalb wenigen Minuten eine anſehnliche Störung von ganzen Graden in der Magnetnadel machen. Es war am 1. März 1741. des Abends, als

als Hiorter zum erſtenmal einen Nordſchein gegen Süden und zugleich die größere Aenderung der Magnetnadel bemerkte, nachdem er zwar verſchiedene mal die Unordnung der Nadel bemerkt, aber des trüben Himmels wegen keinen Nordſchein beobachtet hatte. Hernach ward die Nadel wieder einige mal ſehr unordentlich, aber bey trüber und wolkichter Witterung, bis ſich am 26. März nach 12 Uhr des Nachts eine große Aenderung mit der Magnetnadel zutrug, und zugleich ein ſtarker Nordſchein über den ganzen Himmel gieng, der ſich auch in Süden zeigte. So ward es nachher allezeit einige 40mal beobachtet, beſonders am darauf folgenden 5ten April, da die Magnetnadel Nachmittags um 2 Uhr anfieng, unordentlich zu werden und ſich von ihrer ordentlichen Stelle nach Weſten zu ziehen, ſo daß ſie um 5 Uhr $1\frac{2}{3}$ Grad weiter nach Weſten war, als um 10 Uhr Vormittags. Um 5 Uhr 18 Minut. war ſie wohl 20 Minut. öſtlich zurück gegangen, aber nach 6 Min. Zeit rückte ſie wieder 18 Minut. gegen Weſten. Nach dieſer Zeit, und bis $8\frac{1}{2}$ Uhr am nächſten Morgen, hatte die Nadel zu thun, ehe ſie ſich wieder in ihre vorige Lage ſetzte, in welcher ſie ſich ſonſt in ihrer täglichen Aenderung während dieſer Zeit gehalten hatte.

Das merkwürdigſte bey dieſer Aenderung der Magnetnadel war, daß Celſius einige Wochen zuvor an Graham nach London geſchrieben hatte, dieſelben täglichen Beobachtungen mit der Nadel anzuſtellen, ſo daß, woſern ſie in Schweden unordentlich würde, man erfahren könnte, ob ſich dieß auch an mehreren und entlegeneren Orten zugetragen hätte. Die Nadel zeigte ſich zu London zu eben der Zeit, wie in Upſal, eben ſo unordentlich, und zwar ſo ſehr, daß

Gra-

Graham in ſeinem Berichte meldete, er habe dergleichen noch nie bemerkt. Von einem Nordſcheine meldete er nichts, weil er ohne Zweifel nicht gewohnt war, bey ſolchen Vorfällen darnach zu ſehen.

Folgende Tafel zeigt, an welchen Tagen ſich die größten Aenderungen der Nadel zugetragen haben, und zugleich Nordſcheine vorgefallen ſind.

1741.	März	1	0°	24′	1743.	April	2	0°	17′
		26	0	52½		May	3	0	20
	Aug.	5	1	40		Aug.	15	0	28
	Jul.	12	0	15		Sept.	20	0	9
		29	0	10			27	0	33½
		30	1	12		Octob.	14	0	14
	Aug.	2	0	7½	1746.	Sept.	12	0	18
		9	0	34		Octob.	4	0	26
	Sept.	21	1	33			7	0	27
		27	0	22			8	0	14
		28	3	40			9	0	23
		29	0	32			14	0	21
	Octob.	4	0	18			18	0	40
		8	0	40½			20	4	10
		24	0	38		Nov.	5	0	33
		31	0	23			6	0	45
	Nov.	1	0	26		Dec.	3	0	25½
		20	0	48			16	0	14
	Dec.	10	0	40			23	0	25
1742.	Jan.	5	0	32			24	0	15
1743.	März	8	0	45			29	0	20
		28	2	2	1747.	Jan.	2	0	10
	April	1	0	19			7	0	12

Aus dieſen mannichfaltigen Aenderungen der Magnetnadel von der Stelle, wo ſie ſich nach den bisherigen Beobachtungen in ihrer jährlichen Veränderung zeigen ſollte, folgert Hiortter:

1. Daß ſolche magnetiſche Beobachtungen, welche entweder innerhalb oder außerhalb Landes an einem gewiſſen Orte angeſtellt worden ſind, oder noch angeſtellt

werden, um die jährliche Abweichung der Magnetnadel zu finden, alle Vorſichtigkeit erfordern; daß man nicht allein in jedem Jahre nach einerley Monatstag ſieht, ſondern auch auf gleiche Stunden an jedem Tage Achtung giebt, und die mit der Nadel vorgegangenen Aenderungen genau beobachtet, wenn man aus den Beobachtungen etwas gewiſſes und zuverläſſiges von der jährlichen Richtung und Aenderung der Nadel folgern will.

2. Daß alle diejenigen, welche die Abweichung der Nadel für einen gewiſſen Ort feſtſetzen wollen, außer den übrigen Vorſichtsmaaßregeln, z. B. einer genauen Mittagslinie, guter Nadeln und Entfernung alles Eiſens, nicht allein verſichert ſeyn müſſen, daß in der Stunde, in der ſie beobachten, die Nadel von keinem Nordſcheine geſtört worden ſey, ſondern daß ſie auch eine ſolche Jahrszeit und Stunde nehmen, wo ſie finden, daß die Nadel von ihrer mittleren gewöhnlichen Stelle am wenigſten abweicht.

3. Daß die mittlere Stelle einer ſolchen Nadel, von welcher ſie ſich auf beyden Seiten in ihren täglichen und nächtlichen Veränderungen entfernt, noch nicht bekannt iſt, und erſt durch einige Jahrlange magnetiſche Beobachtungen gehörig auszuforſchen iſt.

4. Daß auch beym Beſtreichen der Nadel mit dem Magnet, wenn ſolches zu ungleichen Zeiten des Tages und des Jahres geſchieht, beſonders bey den Beunruhigungen des Nordſcheins, in Acht zu nehmen iſt, ob nicht dieſe ungleichen Umſtände die Wirkung auf die Nadel haben, daß entweder verſchiedene Nadeln, oder eine und dieſelbe, verſchiedene Abweichungen und Richtungen bekommen.

Uebri-

Uebrigens muthmaßt Hiorter aus den größern Aenderungen der Nadel durch den Nordſchein:

1. Daß der Nordſchein entweder aus einer magnetiſchen, oder doch einer ſolchen Materie beſtehe, welche die Nadel wenig beunruhigt, wenn die Materie ſich in Norden hält, und zwar mit den lichteſten Bogen und Flecken über den Pol hinauf gegen den Scheitelpunkt geht, aber gleich ſtark im öſtlichen und weſtlichen Horizont iſt, und die Nadel ihre ordentliche Abweichung gegen Weſten von 9 Gr. hat, ſo groß als ſie ohngefähr in Schweden gefunden wird, zum Zeichen, daß der Nordſchein und das nördliche Ende der Nadel wohl mit einander übereinkommen; wenn aber der Nordſchein den Scheitelpunkt nach Süden vorbeygeht, oder auch im öſtlichen oder weſtlichen Horizont lichter und dichter wird, ſo daß er auf den ſüdlichen Theil, der Abweichungsnadel gerade gegen über, oder auf die Seiten wirkt, ſo zeigt die Nadel dieſe Störung ſtärker oder ſchwächer, je nachdem ſich die Materie des Nordſcheins da mehr oder weniger geſammlet zu haben ſcheint.

2. Daß der Nordſchein gewiß die höchſte Erſcheinung in unſerer Luft, ja ſo hoch und weit gegen den Himmel geſtreckt iſt, daß er auf einmal die Nadeln in Upſal und London, in einer Entfernung von mehr als 130 ſchwed. Meilen, beunruhigen kann.

3. Daß man an der Magnetnadel ſehen kann, ob es einen Nordſchein am Himmel giebt, entweder am hellen Tage, oder bey wolkichter Nacht. Und im Gegentheil kann man aus dem Stande des Nordſcheins nach Süden ſicher ſchließen, daß die Nadel in größerer oder geringerer Unruhe ſeyn, oder ihre

gewöhnliche tägliche Stelle mehr oder weniger ändern wird.

4. Daß die Nordſcheine zum Theil die größern monatlichen Abweichungen verurſachen können, die man bisher beobachtet hat, nähmlich daß die Nadel nach gewiſſen Nordſcheinen nicht ſo bald, als zu einer andern Zeit, wieder an die Stelle gekommen iſt, die ſie zuvor einnahm. Demnach fällt es ſehr ſchwer, wo nicht unmöglich, dieſe ſogenannten monatlichen Aenderungen regelmäßig und in gewiſſer Ordnung anzugeben.

Aus dieſem Angeführten, ſagt er, wird in die Augen fallen, welchen Einfluß außerordentliche und große Aenderungen des Magnets auf andere Compaſſe haben können, und wie viel Unordnung durch Nordſcheine darin erregt werden kann, nähmlich: 1. im Schiffcompaſſe, worauf vieler Menſchen Leben und Wohlfahrt beruht; 2. im Landmeſſercompaſſe; 3. im Markſcheidercompaſſe; 4. im Erzſuchercompaſſe.

Nach der Zeit hat Andreas Hellant[m]) in den nördlichſten Theilen von Schweden verſchiedene Beobachtungen mit vielen und großen Magnetnadeln angeſtellt, und dabey ſowohl ihre täglichen Aenderungen ſehr merklich gefunden, als auch ihre unordentlichen Bewegungen bey einigen ſtarken Nordſcheinen bemerkt.

Auch Canton[n]) ſtellte in England Beobachtungen über die täglichen Abweichungen der Magnetnadel

m) Abhandl. der Schwed. Akad. der Wiſſenſch. Th. XVI. S. 68.

n) Philoſ. Tranſ. Vol. LI. P. I. p. 398.

nadel an, und theilte ſeine Verſuche hierüber im Jahr 1759 der königlichen Societät der Wiſſenſchaften mit. Er hatte ſeine Beobachtungen vom Ende des Jahrs 1756 an 603 Tage lang fortgeſetzt, und dieſe tägliche Veränderung an 574 Tagen regelmäßig gefunden. Die weſtliche Abweichung der Nadel nahm von 8 oder 9 Uhr Morgens bis 1 oder 2 Uhr Nachmittags zu; alsdann ſtand die Nadel eine Zeitlang ſtille, endlich gieng ſie wieder zurück, bis ſie in der Nacht oder am nächſten Morgen wiederum in ihre vorige Stellung zurückkam. Unregelmäßige Veränderungen hat er weniger gefunden, und wenn ſich ſolche ereigneten, waren ſie faſt jederzeit mit einem Nordlichte begleitet.

Canton ſucht den Grund der täglichen Veränderung der Magnetnadel in der durch die Wärme geſchwächten magnetiſchen Kraft, und beweißt dieſes durch folgende Verſuche: In der Gegend von Oſt-Nord-Oſt eines Compaſſes ſtellte er einen kleinen Magnet ſo weit davon, daß er im Stande war, mit der magnetiſchen Kraft des Südpols den Nordpol der Nadel auf 45 Grad nach Nordoſt zu halten; hierauf beſchwerte er ihn mit einem hohlen Gewichte von 16 Unzen, und goß in ſelbiges 2 Unzen ſiedendes Waſſer, wodurch der Magnet etwa 7 Minuten lang erhitzt wurde. In dieſer Zeit gieng die Magnetnadel um $\frac{1}{4}$ Grad nach Norden zurück, blieb auf $44\frac{1}{4}$ Grad eine Zeitlang ſtehen, und kam in 9 Minuten wieder auf $44\frac{1}{2}$ Grad, nach einigen Stunden aber erſt wieder auf 45 Grad. Er nahm ferner zwey Magnete, und ſtellte ſie auf jeder Seite des Compaſſes ſo, daß die Südpole derſelben den Nordpol der Magnetnadel gleich ſtark zogen; nahm er nun einen weg, ſo brachte der andere die Magnetnadel

auf 45 Grad. Beyde Magnete wurden mit hohlen Gewichten, jedes von 16 Unzen, beſchwert, und in den öſtlichen 2 Unzen ſiedendes Waſſer gegoſſen. In der erſten Minute bewegte ſich die Magnetnadel um $\frac{1}{2}$ Grad, und kam nach 7 Minuten auf $2\frac{3}{4}$ Grad; hier blieb ſie eine Zeitlang ſtille ſtehen; nach 34 Minuten aber, von der erſten Bewegung an gerechnet, gieng ſie wieder zurück auf $2\frac{1}{2}$ Grad, und in 50 Minuten auf $2\frac{1}{4}$ Grad. Nun wurde das weſtliche Gewicht mit 2 Unzen ſiedendes Waſſer angefüllt, und er bemerkte, daß die Nadel in der erſten Sekunde auf $1\frac{1}{4}$ Grad ſtand; nach 6 Minuten auf $\frac{1}{2}$ Grad der andern Seite zeigte, und ungefähr 40 Minuten hernach die anfängliche Stellung wieder erlangte.

Hieraus erklärt nun Canton die regelmäßige Veränderung der Magnetnadel auf folgende Art: würden nämlich in den Morgenſtunden die öſtlichen magnetiſchen Theile der Erde eher erwärmt, als die weſtlichen, ſo würde dadurch die magnetiſche Kraft geſchwächt, und die Nadel müſſe ſich mehr nach Weſten bewegen; wenn aber auch die Weſtſeite erwärmt würde, und die Wärme auf beyden Seiten gleich hoch geſtiegen wäre, ſo müſſe die Nadel eine Zeitlang ſtille ſtehen, und die Abweichung ihr Größtes erreicht haben; wenn ſich hierauf in den Nachmittags- und Abendſtunden die öſtliche Seite eher als die weſtliche abkühlte, ſo müſſe die magnetiſche Kraft der weſtlichen Theile der Erde geſchwächt werden, und die Magnetnadel müſſe wieder ſo weit zurückgehen, bis auf beyden Seiten eine gleiche Temperatur ſtatt fände, da alsdann die weſtliche Abweichung ein Kleinſtes würde. Nach dieſer Theorie muß die tägliche Veränderung im Sommer größer, als im Winter,

ſeyn;

ſeyn; auch iſt ſie in der That im Junius und Julius faſt doppelt ſo groß, als im December und Januar, gefunden worden.

Carl Wilke °) hatte bey der gemeinen Methode, die Abweichung der Magnetnadel auf dem feſten Lande zu finden, wegen der zu ziehenden Mittagslinie Schwierigkeiten gefunden, und darin den Grund vermuthet, warum die Abweichung ſelten und an ſehr wenig Orten wirklich erforſcht und unterſucht werden könne. Die Mittagslinie zu beſtimmen erfordere oft längere Zeit, als man ſich, z. B. auf Reiſen, an einem Orte aufhalten könne; es gehöre dazu ſowohl eine gute Uhr, als andere dienliche Werkzeuge, die man nicht allemal haben könne, und daher verſäume man dieſe Beobachtung oftmals, weil man ſie nicht mit gehöriger Sicherheit anſtellen könne. Er ſelbſt habe ſich oft in ſolchen Umſtänden befunden, und ſey dadurch veranlaßt worden, auf eine Methode und auf ein Werkzeug zu denken, wodurch ſich die Abweichung im freyen Felde erforſchen ließe, ohne daß die Mittagslinie oder andere nach den Weltgegenden gezogene Linien gegeben wären. Uebereinſtimmende Sonnenhöhen ſchienen ihm dazu das beſte Hülfsmittel zu geben. Hierauf gründete er die Vorrichtung eines Abweichungscompaſſes, womit er zur Probe die Abweichung zu Stockholm, auf der Anhöhe, wo das Obſervatorium liegt, unterſucht hat. Der Verſuch ward auf zweyerley Arten in Gegenwart des Ritters Wargentin angeſtellt:

1763

o) Abhandl. der ſchwed. Akad. d. Wiſſenſch. B. XXV. S. 154. ff. der deutſ. Ueberſ.

1763 am 18. May. Vermittelſt des Inſtruments allein, das nach den Sonnenhöhen geſtellt war, fand ſich das Mittel aus mehreren Abweichungen der Nadel 11° 50′ 45″ weſtlich; übereinſtimmende Zeiten Vor- und Nachmittags gaben die Abweichung im Mittel 11° 49′ 30″ weſtlich. Vermöge eines Mittels aus beyden Beobachtungen ſchien es alſo, daß ſich die Abweichung für dieſen Tag mit Sicherheit auf 11° 50′ ſetzen laſſe, welche vermöge der einzelnen im Mittage ſelbſt erhaltenen Beobachtung 11° 45′ gefunden ward, und, wie die übrigen, nicht über 5 Min. von dem gefundenen Mittel abweicht.

Am 13. Juni fand man vermittelſt übereinſtimmender Sonnenhöhen die Abweichung im Mittel 11° 56′.

Ueber die Neigung der Magnetnadel hatten bereits Pound, Cunningham, Noel, Feuillée und Andere merkwürdige Beobachtungen angeſtellt, welche bereits im 3ten Bande S. 538 u. f. angeführt worden ſind. Dieſe Beyſpiele würden ohne Zweifel Mehrere aufgemuntert haben, dergleichen Beobachtungen weiter zu verfolgen und zu vervielfältigen, wenn man nicht unglücklicher Weiſe der Meynung geweſen wäre, daß ſich zwiſchen den Beobachtungen ſo einſichtsvoller Männer ſo viel Unterſchied finde, daß die Sache dadurch von neuem verwickelt werde, und man alle Hoffnung verlor, wirklichen Nutzen daraus zu ziehen. In der That ſind auch ſeitdem keine Neigungscompaſſe in offener See geſehen worden, bis Herr de la Caille 1750 und nachher Eckeberg damit Verſuche unternommen haben.

Auf dem feſten Lande hingegen haben ſich mit dieſem Gegenſtande von Zeit zu Zeit verſchiedene Gelehr-

lehrte beſchäfftigt. Zuletzt hatte Graham in England gefunden, daß ſich die Neigung in London zwiſchen 74 und 75 Grad hielt. Nicht lange darnach unternahm es auch Muſſchenbroek p) zu Leyden, mehrere Verſuche über die Neigung der Nadeln anzuſtellen. Er fand, wie Whiſton in England, daß ungleiche Nadeln eine große Verſchiedenheit in der Neigung zeigten; die eine Nadel war 48 Zoll lang, und neigte ſich auf 67 Grad, die andere war 42 Zoll lang, und zeigte eine Neigung von 72 Grad, und endlich die dritte Nadel war 2 Fuß lang, und wieß nur 60 Grad. Er gab hierauf viele Jahre lang auf die längſte Nadel genau Acht, und fand, daß ſie faſt nie ſtille ſtand, ſondern ſich immer änderte, aber ſo, daß er keine Ordnung der Aenderungen entdecken konnte. Dieß veranlaßte ihn auch, ſowohl die Unterſuchung der Schwierigkeiten, die bey der Zurichtung einer ſolchen Nadel vorfallen, aufs allerweiteſte zu treiben, als auch die Meynung zu behaupten, die ungleiche Länge der Nadeln, und die Veränderlichkeit der magnetiſchen Kraft ſelbſt, verurſache dieſe Unterſchiede, mache die Beobachtungen beſchwerlich und unſicher, und nehme alle den Nutzen weg, der davon zu erlangen wäre q). Dadurch ſind ſehr Viele zurück gehalten worden, ſich weiter damit einzulaſſen. Indeſſen haben ſich doch einige Wenige mit dieſem Gegenſtande beſchäfftigt, und die Neigung der Magnetnadel an einigen Orten aufs genaueſte beobachtet. Andreas Celſius r) hatte im Jahr 1737 die Neigung

p) Diſſ. de magnete. p. 200 ſqq.

q) Introduct. ad philoſ. natur. T. I. p. 333.

r) Abhandl. der ſchwed. Akad. der Wiſſenſch. B. VI. S. 10. f. d. d. Ueberſ.

gung der Magnetnadel in Torneå 78 Grad 5 Minut. gefunden. Das Inſtrument, womit er dieſe Beobachtung angeſtellt hatte, war von Paris; er beſtellte ſich aber nachher ein anderes bey Graham in London, welches der Inſtrumentenmacher Siſſon verfertigt hatte. Es beſtand aus einem meſſingenen Kreiſe, welcher auf einem meſſingenen Fuße auf einer runden Scheibe, mit drey Schrauben darin, ſteht. Der Kreis iſt in ſeine Grade getheilt, und jeder Grad nur in halbe, ſo daß an beyden Enden 0 Gr. an dem wagrechten Durchmeſſer ſteht, und von da an ſowohl nach unten als nach oben 90 Gr. gezählt werden, welche Zahl auf den Durchmeſſer kommt, der lothrecht auf die Fläche der runden Scheibe auf dem Fuße ſteht. Durch den Mittelpunkt des Kreiſes geht ein meſſingenes Lineal lothrecht, und ein anderes wagrecht, mit welchem ein dergleichen Lineal parallel in einer Entfernung von 5 Linien geht. Auf dieſen parallelen Linealen, dem Mittelpunkte des Kreiſes gegen über, ſind kleine Halbzirkel von $\frac{2}{3}$ Linien im Durchmeſſer, worin die zarten Axen der Magnetnadel wie in Pfannen frey und ungehindert ſpielen. Die Nadel ſelbſt war 5 geom. Zoll und 2 Linien lang, oder faſt ſo groß, als des Zirkels innerer Durchmeſſer, $1\frac{1}{5}$ Linie breit, dünner wie eine Uhrfeder und wog 18 Aß Dukatengewicht. Der Kreis iſt in einem viereckten hölzernen Behältniſſe, mit einer Glasthüre davor, befeſtigt, durch welche man den Stand der Nadel ſehen kann, ohne daß die äußere Luft ſie berührt. Wenn er die Beobachtung anſtellen wollte, ſo mußte die meſſingene Scheibe am Fuße durch die Schrauben wagrecht geſtellt werden, welche man mit einem gläſernen Waſſerpaſſe, der oben eine Luftblaſe hatte, prüfte. Mit dieſem

Werk=

Werkzeuge hat Celſius im Jahr 1743 zu Upſal verſchiedene Beobachtungen über die Neigung der Nadel angeſtellt, welche er bey allen Umwechſelungen der Nadel nicht über 10 Minuten verſchieden fand. Er glaubte, daß man ſicher genug annehmen könne, die Neigung der Nadel ſey in Upſal ungefähr 75 Grad.

Zu Memel hat Duhan de Jandun 1732 die Neigung etwa 72 Grad gefunden [s]). Insgemein aber iſt dieſe Sache auf eine außerordentliche Art verſäumt worden, welche Nachläſſigkeit immer mehr und mehr zugenommen hätte, wenn nicht eine merkliche Aufmunterung neue Luſt dazu erregt hätte.

Mit allem Rechte fängt daher eine neue Periode dieſes wichtigen Gegenſtands von der Zeit an, da die königl. Societät der Wiſſenſchaften zu Paris im Jahr 1741 die Preisfrage aufgab, die Neigungsnadeln zu verbeſſern, und Bernoulli'n in Baſel den Preis ertheilte, welcher die Urſachen der Fehler der Neigungsnadeln, und die Mittel, ihnen abzuhelfen, abgehandelt hatte [t]). Dieſe Mittel beſtehen darin, daß ſich die Nadeln nur auf wagrechten Ebenen drehen müſſen, und daß man es durch hinzugeſetzte Gewichte ſo einrichten müſſe, daß die eigene Laſt der Nadel, die durch eine ſchädliche Beugung allemal ihren Schwerpunkt ſenkt, ihr eben die Stellung giebt, die ihr die magnetiſche Kraft geben will.

Inzwiſchen hatte der Herr de la Caille [u]) in den Jahren 1750 bis 1754 auf ſeinen Reiſen aus Frank-

s) Nouv. biblioth. german. T. XVIII. p. 388.
t) Pièces ſur les bouſſoles d'inclinaiſon. à Paris 1748. Mémoir. ſur la manière de conſtruire les bouſſoles d'inclin. pour concourir aux prix de l'année 1743.
u) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1754.

Frankreich nach Südamerika, dem Vorgebirge der guten Hoffnung, Isle Royale und auf dem Rückwege Beobachtungen über die Neigung angeſtellt. Er bediente ſich hiezu eines Compaſſes, welchen Magny im Jahr 1744 für die Akademie verfertigt hatte. Die Nadel war 6 Zoll lang, und hieng in der Mitte eines kupfernen Ringes, der an beyden Seiten mit Glas genau geſchloſſen war. Dieſen Ring konnte man wie die gewöhnlichen Aſtrolabien befeſtigen, um damit zur See Beobachtungen anzuſtellen, oder auch auf dem Lande auf einen hölzernen Fuß zu ſtellen. Auf der äußern Seite der Aufhängung war eine Lilie eingegraben, um die beyden Seiten gehörig von einander unterſcheiden zu können.

Aus einer großen Anzahl gemachter Beobachtungen während der Reiſe und der Rückkehr fand man, nachdem die Seite, auf welcher die Lilie war, nach Norden gekehrt war, beynahe die nämliche Neigung, als da man ſie nach Süden richtete. Wenn aber die Neigung ſüdlich ward, ſo gab die Nadel einen von 3 bis zu 4 Grad verſchiedenen Ausſchlag. Die Beobachtungen, welche de la Caille angeſtellt hat, ſind folgende:

		Länge weſtliche		Breite nördliche		Neigung der Nadel
1750. Dec.	3	21°	0′	30°	35′	66°
	5	22	20	28	0	64
	7	24	0	13	44	60
	13	29	12	14	44	50
	17	26	40	8	23	43
	18	27	0	7	6	43
	25	25	55	$5\frac{1}{2}$	ohng.	$37\frac{1}{4}$
	25	27	50	4	2	35
	31	30	0	2	49	$30\frac{1}{2}$
1751. Jan.	5	31	20	0	54	29

Länge

		Länge weſtliche		Breite ſüdliche		Neigung der Nadel	
1751 Jan.	6	31°	55′	0°	12′	26½	
	8	32	50	2	25	22½	
	9	33	20	3	30	21	
	11	34	0	6	10	16	
	13	33	40	8	55	10	
	14	33	50	10	13	7½	
						Richtung der Lilie	
						nach Süd	nach Nord
	16	35	0	13	5	1½°	0°
	17	35	30	14	32	3	1½
	19	37	30	18	19	11	10
	21	40	0	20	55	17	15½
zu Rio Janeiro							
Febr.	4	45	0	22	54	20¾	19¼
März	7	32	20	33	39	36	34½
	16	11	40	35	35	39½	38
	18	7	50	34	39	39	38
	20	6	45	35	50	40	38
	22	3	0	36	1	40½	39
		öſtlich					
	25	2	10	36	32	42½	41
	27	6	55	36	26	43½	42
	30	12	45	33	56	43	41
Auf dem Cap der gut. Hoffn. Apr.	26	16	10	33	55	44⅙	41⅚
1752 April	13	16	10	33	55	44½	41⅓
1754 auf Isle de France							
Jan.	11	55	8	20	10	53	$51\frac{7}{12}$
auf Isle de Bourbon							
Febr.	20	53	10	20	52	55⅓	$53\frac{5}{12}$
März	2	50	0	23	27	56	53
	5	44	40	28	38	57	54
	7	39	50	30	56	58	54½
	9	36	15	32	35	55½	53½
	12	29	30	35	8	55	52
	17	26	30	34	1	53	51
	19	22	30	34	51	54	49½
April	1	6	15	27	30	40	38
	5	1	20	23	47	25½	24
		weſtlich					
Auf der Straße	8	4	30	18	29	15¼	14½

Länge

		Länge westliche		Breite ſüdliche		Neigung Richtung nach Süd	der Lilie nach Nord
nach der Inſel St. Helena April	10	8°	17′	15°	6′	$9\frac{1}{2}^{\circ}$	$8\frac{1}{2}^{\circ}$
	12	11	15	11	2	1	1
auf der Inſel Aſcenſion	17	16	19	7	56	11	$11\frac{1}{3}$
	22	20	13	4	52	$18\frac{1}{2}$	$18\frac{1}{2}$
	24	22	31	2	52	22	22
	27	25	4	0	11	$27\frac{1}{2}$	$27\frac{1}{2}$
				nordlich			
	29	26	45	2	58	$33\frac{1}{4}$	$33\frac{1}{4}$
May	4	32	0	6	39	$39\frac{1}{4}$	$39\frac{1}{4}$
	6	36	15	10	3	43	43
	8	38	30	14	5	$48\frac{1}{2}$	$48\frac{1}{2}$
	11	40	10	20	44	57	57
	13	41	10	24	59	61	61
	22	42	0	34	41	$68\frac{1}{2}$	
	24	37	50	38	34	71	
	27	30	40	43	39	$73\frac{3}{4}$	
	29	23	45	44	45	$74\frac{1}{2}$	
	31	16	30	45	59	74	
Juni	14	5	43	47	45	72	
zu Paris Sept.	22	0	0	49	51	$72\frac{1}{4}$	

Daniel Bernoulli x), welcher in einem andern Aufſatze über die Neigungsnadeln ausführlicher handelt, bemerkt, daß der verſchiedene Ausſchlag, welchen de la Caille's Nadel gab, wenn die Neigung ſüdlich ward, von einem Fehler des Werkzeugs herrühre. Nach Bernoulli's Meynung iſt die beſte Form der Nadeln die eines in die Länge gezogenen Weberſchiffchens, oder die einer platt geſchlagenen Spindel, welche ſich auf beyden Seiten in Spitzen endigt. Ihre Länge ſetzt er zwiſchen 4 bis 16 Zoll, indeſſen zieht er doch die längern den kürzern vor, weil man ihnen eine ſtärkere magnetiſche Kraft mittheilen, und ſie

x) Journal des ſavans. an. 1757. Janv. p. 27. ſqq.

ſie daher empfindlicher machen könne. Er hat es bequem gefunden, ihnen die Länge von 16 Zoll, die Breite in der Mitte von 3 bis 4 Linien, und die Dicke ein wenig über 1 Linie zu geben; eine ſolche Nadel wog ohngefähr 600 Gran. Die übrige Einrichtung dieſer Nadeln iſt folgende: in der Mitte derſelben werden zwey kleine Stiftchen zu beyden Seiten angebracht, deren Axen genau in einer geraden Linie ſeyn müſſen, welche völlig ſenkrecht auf der Vertikalebene ſeyn muß, in der ſich die Nadel drehen ſoll. Dieſe zwey Stiftchen müſſen polirt, vollkommen rund, und einander genau gleich ſeyn; ihre Dicke beträgt ohngefähr ½ Linie, und ſie müſſen auf zwey Glasſtücken aufliegen, welche ſich ſo viel möglich in einerley horizontalen Ebene befinden. Uebrigens hat man wohl in Acht zu nehmen, daß die Nadel bis dahin nicht den geringſten Magnetismus annehme. Nun kommt es aber vorzüglich darauf an, daß die Nadel gegen alle ihre Lagen gleichgültig ſey, was für eine Neigung man ihr auch gebe. Allein Bernoulli bemerkt, daß es unmöglich ſey, dieß mit der erforderlichen Genauigkeit auszuführen; denn der Schwerpunkt der Nadel müſſe genau in der gemeinſchaftlichen Axe der beyden Stifte, um welche ſich die Nadel dreht, befindlich ſeyn; dieß ſey aber geometriſch betrachtet unmöglich. Daher ſuchte er die Nadel ſo einzurichten, daß ihre eigene Laſt ihr eben die Stellung giebt, welche ihr die magnetiſche Kraft geben will. Zu dieſer Abſicht iſt ein meſſingener in 360 Grade getheilter Kreis von ohngefähr 4 Zoll im Durchmeſſer nöthig, der mit demjenigen verbunden wird, auf welchem die Neigunsnadel Grade zeigen ſoll, und ſein Mittelpunkt liegt in der Axe der kleinen Wellen der Nadel; die Linie durch den Mittelpunkt auf der Ebene dieſes Kreiſes

ſes

ſes ſenkrecht nach der Länge der Nadel gezogen trifft gerade den Anfangspunkt der Theilung deſſelben; hiernächſt wird auf derſelben Seite an die kleine Welle der Nadel eine kleine Nadel angebracht, welche derjenigen ähnlich iſt, die die Minuten auf einer Uhr zeigt, ſo daß man ſie um die kleine Welle herumdrehen kann; dieſe kleine Nadel nennt Bernoulli den Aequationsweiſer (l'aiguille d'équation); ihr Gewicht muß ohngefähr den 60ten Theil der großen Nadel betragen. Hierauf richtet man den Aequationsweiſer nach Null der Eintheilung, bringt die große Nadel auf ihre Lager, und ins Gleichgewicht, ſo daß ſie in horizontaler Lage ruht. Durch Hülfe dieſes Aequationsweiſers kann man der großen Nadel eine Neigung geben, welche man will, wenn man ſie nämlich herumdreht. Hiebey bemerkt Bernoulli, daß man genau unterſuchen ſolle, auf welche Grade man den Aequationsweiſer ſtellen müſſe, wenn die große Nadel eine Neigung von 5, 10, 15, 20 u. ſ. Grad zeigen ſoll. Nach allen dieſen Vorrichtungen wird die große Nadel magnetiſirt, und Bernoulli verſichert, daß ein ſolcher Neigungscompaß alle nur mögliche Vollkommenheit beſitzt, die man verlangen kann.

Bernoulli hat zugleich die vordem nicht genau bekannte Eigenſchaft dieſer Nadeln genauer erläutert, und gezeigt, daß ſie an einem und demſelben Orte in ungleichen Vertikalflächen ganz ungleiche Neigungen angeben können, welche alle größer ſind, als ihr rechter oder höchſter Stand im magnetiſchen Meridiane; daß ſie aber allezeit der Regel folgen: der Sinus totus verhält ſich zur Cotangente der Hauptneigung der Nadel im Meridiane, wie der Coſinus

ſinus der Abweichung der Vertikalfläche von dieſem Meridiane zur Cotangente der wirklichen Neigung der Nadel in dieſer Vertikalfläche. Daraus folgt, wie es auch die Erfahrung beweißt, daß die Nadel ſich an allen den Orten, wo ihr rechter Stand gegen den Horizont geneigt iſt, im Meridiane ſelbſt am höchſten hält; ſich aber in allen anderen Ebenen mehr niederwärts neigt, bis ſie in der Ebene, die mit dem Meridiane rechte Winkel macht, völlig lothrecht ſteht. Wo die Nadel in ihrem Meridiane horizontal iſt, kann ſie in den erwähnten Ebenen alle mögliche Stellungen bekommen. Iſt aber die magnetiſche Richtung ſelbſt lothrecht, ſo behält auch die Nadel dieſen Stand, auf welche Seite auch das Inſtrument gewandt wird. Alles dieß rührt daher, weil die Nadel genöthigt iſt, ſich in eine Vertikalfläche zu ſchwingen. Wäre ſie völlig frey, ſo würde ſie ſich ſogleich vollkommen in die magnetiſche Richtung ſtellen. Dieſe ungleichen Neigungen geben die beſte Anleitung, die Güte einer Nadel zu prüfen, man ſieht auch daraus, wie viel daran gelegen iſt, die Neigung im magnetiſchen Meridiane ſelbſt zu beobachten, und um wie viel diejenigen haben fehlen können, welche dieſen Umſtand nicht gewußt, oder nicht in Acht genommen haben.

Bernoulli blieb in dieſen Unterſuchungen nicht bey bloßen Speculationen ſtehen, ſondern ließ durch Dietrich, einem geſchickten Künſtler zu Baſel, 12 Nadeln von ungleicher Länge verfertigen, die alle aufs genaueſte mit der angeführten Regel übereinſtimmten, und die Neigung zu Baſel 71½ Grad angaben, welche vor dem Erdbeben 72 Grad nordlich war. Eines dieſer Werkzeuge ward Euler'n nach Berlin geſandt, deſſen Einrichtung er auch ausführlich beſchrieben hat.

hat [y]). Und da dabey erfordert wird, daß die Nadel bey Eintheilung des Aequationsringes ohne alle magnetiſche Kraft ſey, welches bey einer gehärteten Nadel ſchwer zu erhalten ſteht, ſo hat er gezeigt, wie man mit einer ſchon magnetiſirten Nadel aus drey zuſammengehörigen Beobachtungen die Neigung finden und berechnen könne. Dieſe fand ſich 1757 zu Berlin 71° 45 Min. nordlich, wobey die Theorie dieſes Werkzeuges ſo ausführlich abgehandelt iſt, daß man darüber wenig mehr verlangen kann. Inzwiſchen hat Niemand aus dieſen Entdeckungen weiteren Nutzen gezogen, noch viel weniger Verſuche auf der See damit angeſtellt, ſondern die Meiſten haben die einfachen Nadeln beybehalten.

Auch hatte Bernoulli dem Hrn. de la Caille erſucht, mit ſeinem von Magny verfertigten Neigungscompaſſe Verſuche anzuſtellen, um ſeine kurz zuvor angeführte Regel einer Probe zu unterwerfen. Zu dem Ende legte er am 30. April 1757 auf einer völlig wagrechten Ebene eine kupferne mehr als 2 Fuß ins Gevierte habende Platte, auf welcher aus einem Punkte ein Kreis beſchrieben war, der genau von 10 zu 10 Graden durch ausgezogene Durchmeſſer eingetheilt war. In der Mitte dieſes Kreiſes war ein Stift ſenkrecht aufgerichtet, auf welchem er eine Magnetnadel von 4 Zoll Länge ſpielen ließ; hiernächſt drehte er die kupferne Platte wagrecht ſo lange, bis er verſichert war, daß die Nadel genau über einem Durchmeſſer ſpielte, welchen er als den magnetiſchen Meridian annahm. Hierauf brachte er ſeinen Neigungscompaß über alle übri-

y) Mém. de Berlin 1755. herausgek. 1757. p. 117. théorie de l'inclinaiſon de l'eguille magnetique, confirmée par des experiences.

übrige auf der kupfernen Platte gezogenen Durchmeſſer, und fand folgende Reſultate:

Abweichung vom magnetiſchen Meridian	beobachtete Neigung Abweich. war nach N. O.	beobachtete Neigung Abweich. war nach S. W.	beobachtete Neigung Abweich. war nach N. W.	beobachtete Neigung Abweich. war nach S. O.	berechnete Neigung
0°	71° 45′	72° 0′	72° 0′	72° 0′	72° 0′
10	72 0	72 15	72 15	72 0	72 15
20	72 15	73 10	73 0	72 30	73 1
30	73 45	74 30	74 30	74 0	74 17
40	75 30	76 0	76 0	75 30	76 1
50	77 30	78 0	77 45	77 45	78 12
60	80 15	80 45	80 30	80 30	80 46
70	83 30	84 0	83 45	83 45	83 39
80	86 30	87 0	86 30	86 45	86 46
90	90 0	90 0	90 0	90 0	90 0

Bruggmann [z]) hat auch eine ganz neue Art angegeben, die Neigung der Nadel mit einer eiſernen Stange und dem Abweichungscompaſſe zu finden. Er gebrauchte hiezu eine 10 Zoll lange einfache, obwohl nach Euler's Art mit zugeſetztem Gewichte abgewogene Nadel, womit er 1764 zu Franecker die Neigung 72 Grad 12 Minut. fand.

Wilke bemerkt, daß alle dieſe Einrichtungen jede für ſich ihre Vorzüge und Mängel haben, und daß ſich auf dem feſten Lande dadurch die Neigung mit hinlänglicher Sicherheit finden laſſe; allein was am meiſten fehle, ſey eine geſchickte Anwendung davon zum Nutzen und Dienſt der Seefahrenden, woran bisher Niemand mit Fleiß gearbeitet habe. Die Nadel, welche Bernoulli vorgeſchlagen habe, die auf Queckſilber oder im Waſſer ſchwimme, werde ſchwerlich ſo bald zu bewerkſtelligen ſeyn. Das meiſte komme

z) Tentam. philoſ. de materia magnetica p. 107. 217.

me auf eine dienliche Stellung der ſchon erfundenen an, die man zu Lande brauche, in welcher Abſicht auch Herrn Magnys Compaſſe die beſten geweſen ſeyn, ob ſie gleich wegen neuerer Entdeckungen Verbeſſerungen nöthig hätten.

Wilke fieng daher an, mit dergleichen Neigungswerkzeugen zum Gebrauche der Seefahrenden Verſuche zu machen, welche bisher bey dem Werkzeuge geblieben waren, das der Capitain Ekeberg auf ſeiner oſtindiſchen Reiſe mit ſich geführt hatte. Dieß war noch unvollkommen; aber die damit gemachten Beobachtungen mit andern verglichen gaben ihm die beſte Hoffnung, daß ſolche Werkzeuge durch neuere Verbeſſerungen eine erforderliche Genauigkeit erlangen könnten, und mit der Zeit Seefahrenden merklichen Nutzen bringen würden. Er ſagt, was die Ueberzeugung hievon am meiſten gehindert habe, ſey, daß man in den bisher angeſtellten Beobachtungen nie einige Uebereinſtimmung habe finden können. Die Unvollkommenheit der Werkzeuge, Unwiſſenheit, wie ſich die Nadel verhalte, und Mangel an genugſamen Verſuchen hätten jedes für ſich viel dazu beytragen können; aber man habe auch dieſe Uebereinſtimmung nicht allemal auf dem rechten Wege geſucht. Meiſtens habe man, wie vormals mit den Abweichungen, die Ordnung der Neigungen nach den geographiſchen Abtheilungen der Länge und Breite der Erde geſucht, womit ſie doch nicht die geringſte Gemeinſchaft habe. Die Erde wirke an und für ſich ſelbſt wie ein großer Magnet, der alle unſere Magnetnadeln regiere, und rings um ſich her ihnen die Lagen und Stellungen gebe, die Feilſpäne um jeden Magnet annähmen, und die ſich nur nach den Polen dieſes großen Magnets

und

und der magnetiſchen Abtheilung richteten, ohne Rückſicht auf die Bewegungen und Lage, welche dieſer Magnet gegen andere Himmelskörper habe, worauf deſſen geographiſche Eintheilung beruhe. Daher ſey es ſeiner Einſicht nach vergebens, an Magnetnadeln ohne Abweichung und Neigung zu arbeiten. Alles, was wir damit ausrichten könnten, wäre, durch beobachtete Stellungen der Nadel gegen die Weltgegenden des von uns bewohnten großen Magnets Pole und Abtheilungen zu erforſchen, und auf die Veränderung ſeiner magnetiſchen Eigenſchaften Acht zu geben. Zu dieſer Abſicht ſey es nöthig, gleichſam von einer Höhe herab die Erdkugel wie mit Magnetnadeln beſtreuet zu betrachten, und aus der Uebereinſtimmung ihrer Stellungen mit den Stellungen der Feilſpäne um einen gewöhnlichen Magnet auf die magnetiſche Abtheilung der Erde zu ſchließen. Man könne aber dieſe Abſicht viel leichter und ſicherer erreichen, wenn man auf einer etwas großen Erkugel Magnetnadeln in der Stellung und an den Orten zeichnet, wie ſie wirklich beobachtet worden ſind. Dieſe machten natürliche Feilſpänreihen aus, deren Strich die magnetiſchen Meridiane zu erkennen gäben. Auch auf einer Charte ließe ſich dieſes bewerkſtelligen, aber es falle da nicht ſo gut in die Augen, daher auch Halley bey den Abweichungen eine andere und nützlichere Methode gebraucht habe, die Lage der Nadeln durch gewiſſe gezogene Linien zu erkennen zu geben, und ſolcher Geſtalt das ganze Magnetſyſtem auf eine auch den Seefahrern unmittelbar nützliche Art vorzuſtellen. Dieß bleibe auch bey der Vorſtellung des magnetiſchen Neigungsſyſtems der einzige und beſte Ausweg, weil ſich alle dieſe Nadeln gegen die Erdfläche neigten, und ſolcher Geſtalt nur in Profilen vorgeſtellt werden könnten,

wovon doch eine unendliche Menge erfordert werden würde, die deßwegen nicht zu bewerkſtelligen ſey. Bisher iſt ſolches aus Mangel hinreichender Beobachtungen unmöglich geweſen, durch Ekeberg's Beobachtungen aber bekam Wilke gleichſam den Schlüſſel, einen Verſuch damit zu machen. Ekeberg's Beobachtungen ſind auf einer Reiſe nach und von Canton 1766 und 1767 angeſtellt worden, und in folgender Tabelle enthalten. Das Zeichen N. u. bedeutet ſo viel, daß ſich das nordliche Ende der Nadel unter die wagrechte Linie neigte, und N. o., daß es über ihr ſtand.

		Breite			Länge			Neigung			Abweichung		
1766													
Jan.	16	62°	40′	N.	6°	34′	O.	81°	15′	N.u.	24°	30′	W.
April	7	7	45	—	2	32	W.	42	15	— -	7	45	—
	15	0	49	S.	4	11	—	30	0	— -	6	11	—
May	2	19	37	—	11	16	—	7	15	— o.	1	48	O.
	24	32	12	—	22	27	O.	41	35	— -	14	0	W.
Jun.	6	35	25	—	52	40	—	50	0	— -	26	30	—
	10	35	37	—	60	52	—	54	15	— -	27	30	—
	20	35	32	—	87	53	—	62	30	— -	21	15	—
	30	30	11	—	115	30	—	55	30	— -	—	—	—
Jul.	4	27	30	—	119	29	—	54	0	— -	8	15	—
	9	19	34	—	126	27	—	53	0	— -	4	0	—
1767													
März	31	29	29	—	56	20	—	55	0	— -	24	10	—
April	2	30	30	—	53	16	—	55	30	— -	25	0	—
	4	32	44	—	46	0	—	51	0	— -	24	0	—
	23	33	17	—	32	14	—	47	0	— -	18	0	—
	28	29	20	—	27	23	—	40	30	— -	—	—	—
May	1	26	52	—	26	42	—	36	0	— -	—	—	—
	3	24	26	—	24	45	—	29	30	— -	—	—	—
	6	20	12	—	19	11	—	19	30	— -	13	30	—
	8	17	22	—	16	13	—	10	0	— -	12	15	—
	17	15	40	—	10	15	—	4	20	— -	11	0	—
	18	14	26	—	9	0	—	2	50	— -	10	30	—
	19	13	35	—	8	10	—	0	50	— -	—	—	—
	20	12	29	—	7	8	—	1	0	N.u	9	5	—
	21	11	14	—	6	0	—	2	30	— -	—	—	—

		Breite			Länge			Neigung			Abweichung		
	22	9°	46′	S.	4°	39′	O.	7°	0′	N. u.	8°	10′	W.
	23	8	23	—	3	27	—	10	0	— —	—	—	—
	25	7	49	—	3	0	—	13	30	— —	7	15	—
	27	6	17	—	0	46	—	17	0	— —	6	50	—
	28	4	51	—	0	53	W.	20	0	— —	—	—	—
	29	3	41	—	2	32	—	23	15	— —	—	—	—
	31	1	33	—	5	22	—	26	0	— —	—	—	—
Jun.	1	0	4	N.	6	42	—	32	0	— —	—	—	—
	2	2	30	—	7	41	—	37	30	— —	—	—	—
	3	4	35	—	8	29	—	39	30	— —	—	—	—
	5	6	4	—	8	46	—	40	45	— —	—	—	—
	7	7	11	—	9	4	—	41	37	— —	4	23	—
	12	8	23	—	9	20	—	42	0	— —	—	—	—
	16	10	44	—	11	2	—	45	30	— —	3	45	—
	17	12	5	—	12	19	—	48	0	— —	—	—	—
	18	13	54	—	13	30	—	51	0	— —	—	—	—
	19	15	22	—	14	54	—	53	0	— —	—	—	—
	20	17	7	—	16	10	—	55	30	— —	3	49	—
	21	19	3	—	17	13	—	57	0	— —	—	—	—
	22	21	7	—	18	21	—	59	0	— —	—	—	—
	23	23	7	—	19	26	—	60	30	— —	—	—	—
	24	24	58	—	20	27	—	62	30	— —	—	—	—
	25	26	50	—	20	22	—	63	45	— —	—	—	—
	26	28	56	—	20	8	—	64	45	— —	—	—	—
	27	30	34	—	19	34	—	67	30	— —	—	—	—
	28	32	46	—	19	43	—	68	45	— —	—	—	—
	29	34	45	—	20	7	—	69	15	— —	—	—	—
	30	35	57	—	20	0	—	70	0	— —	11	15	—
Jul.	4	35	53	—	18	38	—	70	45	— —	—	—	—
	6	36	54	—	18	46	—	71	30	— —	—	—	—
	7	38	33	—	12	56	—	73	30	— —	12	22	—
	10	in Fayals			Rhede			72	0	— —	—	—	—
	22	40	33	—	11	22	—	72	30	— —	—	—	—
	28	47	10	—	0	55	O.	73	0	— —	—	—	—

Der Neigungscompaß, womit Ekeberg dieſe Beobachtungen angeſtellt hat, beſtand aus einem vertikal hangenden meſſingenen Ringe, der ſich genau nach dem magnetiſchen Meridian ſtellen ließ, und mit einem doppelten Kreuze vergliedert war. Die Nadel, aus un-

ungehärtetem Stahl, aber wohl gehämmert, war einfach, weil die zuſammengeſetzten bisher nicht hatten glücken wollen. Ihre Länge betrug 10 ſchwed. Zoll, und die Breite 2 Linien, ſie rollte mit ihren Axen auf gläſernen Cylindern, die mit ſtählernen Schrauben verſehen waren und mit 2 Zangen, mit welchen die Axen der Nadel allezeit behend im Mittelpunkte der Ritze gehalten wurden. Durch vier Umwechſelungen und entgegengeſetztes Streichen konnte auch ſowohl die Nadel, als das Werkzeug allemal berichtigt werden, und man konnte damit viel verſchiedene Beobachtungen in kurzer Zeit anſtellen, aus welchen man nachher ein Mittel nahm.

Dieſe Beobachtungen Ekeberg's gaben, wie geſagt, Wilke'n den Schlüſſel zu dem vorher Bekannten, ſo daß er es wagen konnte, eine Abweichungscharte zu entwerfen. Auf dieſer Charte ſind die Längen und Breiten aller Oerter verzeichnet, wo eine Neigung beobachtet worden iſt. Die Größe der Neigung iſt dabey angezeigt, und durch die Stellen, wo man die Neigung gleich groß gefunden hat, ſind krumme Linien oder ſogenannte Neigungsparallelen von 5 zu 5 oder 10 zu 10 Graden gezogen worden, welche zugleich das Verhalten der Neigung an unzähligen andern Stellen auf der Erde angeben.

Die Beobachtungen ſelbſt, welche Wilke in der Charte angeführt hat, ſind die, welche Cunningham 1700, Feuillee 1710 und 1711, de la Caille 1750 bis 1754 und Ekeberg 1766 und 1767 gemacht haben.

Bey Vergleichung dieſer Neigungen ſelbſt und ihrer Vereinigung mit einander hat er folgendes vorausgeſetzt:

1. Daß

1. Daß die Neigungen, wie die Abweichungen, mit der Zeit an einem Orte beſtändig ſeyn, an einem andern Orte abnehmen, und an einem dritten zunehmen können. Hieraus folge

2. daß ältere und neuere Beobachtungen an nahe bey einander gelegenen Oertern in der Charte nicht zuſammengefügt werden müſſen; ſind aber die Oerter weit von einander entfernt, beſonders in der Länge, ſo können die Linien mit Nutzen darüber hinweg gezogen werden, um einiger Maaßen den Zuſammenhang und die Ordnung der Neigungen zu erforſchen, und eine genauere Ueberſicht zu erhalten.

3. Bey der jetzigen Unvollkommenheit der Werkzeuge muß man einen halben oder ganzen Grad nicht ſo ſcharf rechnen, aber für eine fehlerhafte Beobachtung diejenige anſehen, die 3 bis 5 Grade vom übrigen Syſtem abweicht. Indeſſen können

4. nicht alle kleine Abweichungen, welche in der Charte vorfallen, der Neigung allein zugeſchrieben werden, ohne dabey mit auf die Längen und Breiten zur See zu ſehen, die dabey angegeben worden ſind. Wenn dieſe nicht auf die Zeit und Stelle paſſen, da die Neigung beobachtet worden iſt, ſo kann die beſte Beobachtung unnütz werden, welches deßwegen bey Feuillee's Beobachtungen ſich mehrmals ereignet. Aus dieſen Gründen ſind auf Wilke'ns Charte um die Neigung 6 Linien gezogen, welche er auf folgende Art beſonders erklärt:

Wenn man vom untern Theile von Amerika anfängt, ſo findet man die auf der Charte mit 75, 70, 65, 60 und 55 bezeichneten Linien nach Feuillee's zu ſeiner Zeit angeſtellten Beobachtungen gezogen. Jede

de dieſer Linien iſt zwar nur durch 2 gegebene Punkte gezogen, und könnte folglich unzählige Wege nehmen; aber Feuillee's übrige Neigungen von 50 bis 20 Grad zeigen wenigſtens deutlich, daß dieſe Parallelen ihre Convexität nicht niederwärts kehren; daher auch Wilke den letztern eben die Krümmung gegeben hat, ſo lange ſie ſich über das feſte Land von Amerika ziehen, um an diejenigen zu ſtoßen, die auf der andern Seite durch de la Caille's und Ekeberg's Beobachtungen beſtimmt ſind. So zeigt auf dieſer Seite die Charte eigentlich den Zuſtand der Neigung für die Jahre 1710 und 1711, und in Ermangelung neuerer Unterſuchungen ließe ſich nicht mit Gewißheit ſagen, ob ſie ſich ſeitdem geändert habe oder nicht.

Ueber die See zwiſchen Amerika und Afrika, ſüdwärts des Aequators, ſind die Neigungsparallelen nach la Caille's und Ekeberg's Beobachtungen gezogen, die auch hier mehr mit einander übereinſtimmen, als man vermuthen konnte. Der magnetiſche Neigungsmeridian, oder die mit 00 bezeichnete Linie, über welcher die Nadel wagrecht gefunden worden iſt, dient, nebſt ihren auf beyden Seiten in faſt gleichem Abſtande gleichlaufenden Linien, 10,10 und 20,20 zum Grunde. Die Krümmung der Linien niederwärts erfordert ſowohl die aus la Caille's Beobachtungen zwiſchen Rio Janeiro und dem Cap, als auch die von Ekeberg im 19. Grad der Breite gefundene Neigung von 7 Grad.

Eben der Linien Krümmung und parallelen Gang hätte Wilke nordwärts des Aequators beybehalten können, da Ekeberg's Beobachtungsſtellen zwiſchen die des la Caille bey der Hin- und Herreiſe fallen. Auch ſtimmen ſie hier ganz wohl überein,

ein, und die Linien 30, 40, 50, 55, 60, 65 ſind darnach gezogen. Bey 30 bemerkt Wilke, daß, wie Ekeberg auf der Hin- und Herreiſe dieſe Neigung faſt unter dem Aequator ſüdlich gefunden hat, des la Caille bey der Hinreiſe dazu gehörige aber, 26, 29, 30½, einen viel größern Abſtand zwiſchen 29 und 30½ gebe, der um 1½ Grad weniger unterſchieden ſey als 26 und 29, welche ſich um 3 Grad unterſchieden, ſo hat Wilke die mittlere 29 für die richtigſte genommen, und darnach die Linien gezogen.

Dieſen Gang beſtätigen die oberſten Linien 70 und 75 noch mehr. Die letztere beruht auf den Neigungen 74 und 74½, die la Caille im 45. und 46. Grad nördlicher Breite auf dem Meere gefunden hat; ſie iſt nachher über London gezogen, wo Graham 74 bis 75 gefunden hat, und durch Stockholm, wo die Nadel damals 75 Grad am nächſten kam. Ekebergs letzte Beobachtungen ſetzen zwar nur 73 Grad etwas über dieſe Linie; aber da dieſe Neigung ſchon weiter unten in Fayals Rhede in einem Striche gefunden worden iſt, wo die übrigen Beobachtungen da herum ſie 72 Grad zeigen, und da Feuillee's Beobachtungen ſchon vor 50 Jahren die Neigung ein wenig höher hinauf 74 Grad ſetzen, welche ſich vermuthlich weiter herunter gezogen hat, ſo hat ſich Wilke nicht darnach richten können. Die Linie 70 iſt zwar allein durch Ekebergs beobachtete 70 und 71 beſtimmt, aber zugleich ſo gezogen, daß ſie ſich nach 75 richtet, und mit ihr alle zu Paris, Baſel, Berlin, Franecker, Leyden, und um die azoriſchen Inſeln bemerkte Neigungen von 72 bis 73 Grad einſchließt. Eine weitere Anleitung, dieſe Linien quer hinaufwärts zu ziehen, hat Wilke

theils

theils von der vermutheten Lage des magnetiſchen Erdpols um und über Baffinsbay, theils auch von der Uebereinſtimmung mit andern Beobachtungen erhalten, als: Hudſons am Nordcap und Novazembla gefundene 84; Ekebergs 81 Gr. 15 Min. an den Färoeſchen Inſeln; Celſius 78 zu Torneå, und bey der Linie 65, Ozanams für Italien oder Rom angegebenen 62, welche jetzt etwas größer ſeyn möchte.

Muthmaßlich hat er die Linien 75, 70, 65, 60, 55 für Nordamerika in der Vorausſetzung gezogen, daß Feuillee's daſelbſt gefundene Neigungen ſich nach ſeiner Zeit etwa 5 Grad geändert haben. In Ermangelung gleichzeitiger Beobachtungen auf der europäiſchen Seite haben auch die Beobachtungen bisher keinen fernern Nutzen, als daraus mit der Zeit die Aenderung der Neigung zu erforſchen, von der Wilke vermuthet, daß ſie in dieſen Gegenden merklich iſt. Auch hat er dieſe Linien auf der andern Seite über einen Theil von Europa und Afrika gezogen, um Anleitung zu geben, an den Oertern, die von den Seefahrern beſucht werden, genauere Beobachtungen anzuſtellen.

Bey den Linien, welche über dem indiſchen Ocean gezogen ſind, wünſchte Wilke eben den Grund legen zu können, wie bey den bisher beſchriebenen. Allein es mangelte da an Beobachtungen, oder ſie waren ſo unzuverläſſig, daß er die Uebereinſtimmung nur durch Muthmaßung ſuchen mußte. Beym Vorgebirge der guten Hoffnung findet ſich ſogleich, daß Cunninghams ältere, und Ekebergs neuere Verſuche die Neigung auf der See 47 Grad angeben, da la Caille nicht weit davon ſie nur 42 bis 44

gefun-

gefunden hat. Wilke vermuthet, daß die Linie 45 hier fortgeht, und hat deßwegen alle dieſe Beobachtungen zwiſchen 40 und 50 geſetzt. Dieſe letzte Linie beruht auf Ekebergs und la Caille's unter Afrika bemerkte 51, iſt nachher bey Isle de France vorbey gezogen, wo la Caille 51 bis 53 fand, und zuletzt durch Cunninghams über Neuholland angeſetzte 52, die ſich aber jetzt vermuthlich tiefer herunter findet. Die Linie 55 iſt durch Ekebergs $54\frac{1}{2}$ unter Madagaſcar, und 54 und $55\frac{1}{2}$ bey Neuholland auf der Hinreiſe gezogen. Ihre Krümmung hat dieſe Linie nach der 50 bekommen, die ſelbſt zur Rechten nach Ekebergs gefundener 53 ein wenig weiter herunter hätte gelenkt werden ſollen; aber wegen der übrigen Linien iſt ſie bis aufs weitere ſo gelaſſen worden. Dieſe beyden Linien ſchließen zugleich la Caille's Beobachtungen zwiſchen dem Cap und Isle de France in ſich, wobey ſein Compaß ſo ungleichen Ausſchlag gab, der ſich aber doch allemal zwiſchen 50 und 55 Grad erhielt. Ekebergs beyde Beobachtungen auf der Rückreiſe unter Madagaſcar, 54 und $55\frac{1}{2}$, ſchienen wohl der Linie 50 nahe zu kommen; da ſich aber bey der Hinreiſe 50 tiefer herunter fand, ſo kommen alle dieſe Beobachtungen hier etwas unordentlich unter einander zu liegen, ſo daß Wilke nicht umhin konnte, einige derſelben für fehlerhaft zu halten. Uebrigens ſey glaublich genug, daß dieſe Linien weiter heruntergehen. Die beyden unterſten Linien 60 und 65, im aſiatiſchen Ocean, ſind nur gezogen, theils Ekeberg's $62\frac{1}{2}$ zu ſtellen, theils einiger Maaßen zu zeigen, wie Cunningham faſt in eben der Breite, aber in einer ganz andern Länge, die von ihm bemerkten erſt ſteigenden und dann abnehmenden Neigungen hat finden können, die doch

zum

zum Theil durch den hier angenommenen Gang der Linien beſtätigt werden.

Die übrigen höhern Linien 40, 30, 0, 10 und 20 beruhen auf dieſer Seite nur auf Cunninghams Reiſe nach und um China. Die Neigungen folgen nach der Gradzahl in richtiger Ordnung nach einander; doch hat Wilke nur zum Verſuche einige Linien darnach gezogen. Die Linie 40 ſtreicht zwiſchen Java und Borneo fort, wo die Neigungen abwechſelnd waren, von 35 bis 45 Grad. Der Meridian ſelbſt, wo die Nadel wagrecht ſteht, welcher nahe unter Canton zwiſchen 6 Grad nordlicher und 2½ Grad ſüdlicher Neigung hätte fortgehen ſollen, iſt von Wilke etwas tiefer herunter gezogen worden, weil ihm die Nähe dieſer beyden Stellen nicht ſowohl 8½ Grad Aenderung in der Neigung zu vertragen, als der große Abſtand zwiſchen 2½ und den nächſten 4 Graden einige Berichtigung zu erfordern ſchien, die vornämlich die obern 2½ trifft. Dadurch werden alle Linien mehr gleichlaufend, und die Linie 00 kommt über die Küſte von Indien zu ſtreichen, wo Noel in 12 Grad nordlicher Breite die Nadel wagrecht gefunden hat. Auch kommen ſie beym Fortziehen nach Afrika ganz wohl mit allen den übrigen an der Seite zuvor beſtimmten Neigungen überein. Uebrigens fügt Wilke noch folgende allgemeine Anmerkungen zur Erläuterung ſeiner bisher beſchriebenen Neigungscharte bey.

1. Die bisher beobachteten Neigungen liegen nicht ſo unordentlich unter einander, wie Einige haben vermuthen wollen, ſondern ſie machen vielmehr, nach der ältern Meynung, um die ganze Erde ein einziges und in guter Ordnung zuſammenhangendes Sy-

Syſtem aus. Wir finden hier, wie bey andern Magneten, eine gewiſſe Linie, über welcher die Neigungsnadel wagrecht iſt, und alſo die Kräfte der Pole, von denen ſie regiert wird, im Gleichgewichte ſind. Dieſer magnetiſche Neigungsmeridian, welcher den magnetiſchen Aequator der Erdkugel vorſtellt, theilt die Erdfläche in zwey Theile, innerhalb welcher die Nadel ſich auf einer Seite nach Norden, auf der andern nach Süden neigt. Nahe bey dieſem Meridiane ſind die Neigungen klein; ſie nehmen aber mit dem Abſtande davon auf beyden Seiten zu, wobey die Neigungslinien, oder die Parallelen ſelbſt, welche ihre Größe bemerken, in natürlicher Ordnung nach einander folgen, ziemlich parallel werden, und wie concentriſche Kreiſe um ihre Pole gehen und ſolche einſchließen.

2. Giebt die Karte genugſam zu erkennen, daß die magnetiſche Abtheilung der Erde mit der geographiſchen nicht zuſammen trifft. Der Neigungsmeridian ſelbſt und ſeine Parallelen ſind nicht mit dem Aequator parallel, ſondern ſchneiden ihn an zwey oder mehr Stellen. Nach Cunninghams Beobachtungen iſt dieſer magnetiſche Meridian 1700 unweit des erſten geographiſchen Meridians über Ferro durch den Aequator gegangen; jetzt aber geſchieht dieß öſtlicher, innerhalb oder ein wenig außerhalb Afrika. Auf der andern Seite folgt ſowohl aus dem Gange der Linien zwiſchen Afrika und Amerika, als aus Feuillee's Beobachtungen auf der Weſtſeite von Amerika, daß er nebſt den übrigen Parallelen wieder im ſtillen Meere durch den Aequator geht, den über und unter China fortſtreichenden gleichen Zahlen zu begegnen. Des Meridians größter Abſtand vom Aequator im

äthio-

äthiopiſchen Meere iſt ohngefähr 15 Grad, und die Linie 30, nordlicher Neigung, berührt ihn ziemlich genau. Solcher Geſtalt läßt ſich die Neigung nicht aus des Ortes Länge und Breite beurtheilen, ſondern ſie kömmt, wie die Abweichung, nur auf die Lage der magnetiſchen Erdpole an, von welchen längſt bekannt iſt, daß ſie nicht auf die geographiſchen fallen.

3. Dieſer magnetiſchen Pole eigentliche Lage läßt ſich durch dieſe unvollkommenen Verſuche noch nicht genau angeben; allein es trifft doch alles ſo nahe mit dem, was vorhin bekannt war, zuſammen, daß die Sache dadurch einen doppelten Werth erhält. Er macht es durch ſeine Charte wahrſcheinlich, daß das ganze magnetiſche Syſtem nur von zweyen Polen der Erde regiert werde. Den einen Pol erfordert ſeine Charte nothwendig um und über Baffinsbay, welches auf einer Erdkugel noch beſſer in die Augen fällt. Alſo ſey kein Zweifel, daß ſich der Pol in dieſer Gegend befindet. Die Neigungen nehmen nach dieſer Seite zu; die Abweichungen lenken ſich alle dahin, und die Seecompaſſe ſollen, ſowohl in Davisſtraße als in Hudſonsbay, oft verwirrt werden, wo man auch die größten Abweichungen findet. In ganz Aſien ſind die Abweichungen ſehr klein, und der Meridian, der 1761 in Sibirien gefunden ward, aber vor 20 Jahren bey Nordcap und Wardhus ſtrich, ſcheint ſich ein wenig oſtwärts zu ziehen, da die Abweichungen in Schweden, der Nordſee und Frankreich immer mehr und mehr weſtwärts zunehmen. Dagegen ſind ſie ganz klein und öſtlich auf der Weſtſeite von Nordamerika, welches alles ganz wohl damit übereinſtimmt, an dieſer Seite den Pol zu bezeichnen. Daß ſich aber noch ein anderer Magnetpol finde, das

das ſey ſchwer zu beweiſen. Die Neigungen zeigten bisher keine Spur davon, und die Abweichungen ſelbſt könnten ohne ihn erklärt werden, zumal da ein ſolcher Magnetpol in der Erfläche nicht als ein einziger Punkt anzuſehen iſt, ſondern als etwas, das ſich weit erſtreckt, und wovon alle Nadeln ſtarke Wirkung empfinden.

Was die ſüdlichen Pole betrifft, ſo laſſe ſich davon nichts zuverläſſiges ſchließen, weil man von dieſer Seite ſo wenig Beobachtungen habe. Feuillée's Beobachtungen um Südamerika gäben für dieſe Zeit keinen Pol unter Amerika in der Gegend zu erkennen, wo Halley ſeinen beweglichen amerikaniſchen Pol annahm. Auf der andern Seite ſchienen auch die zwiſchen Afrika und Neuholland gefundenen Neigungen ſich daſelbſt um ihren eigenen Pol zu lenken, der ziemlich mit Halley's aſiatiſchem übereinſtimme. Wenn man aber auf einer Erdkugel die Stellung dieſer Länder betrachte, und als glaublich vorausſetze, daß ſich die amerikaniſchen Linien geändert und mit den aſiatiſchen vereinigt hätten, ſo werde es noch wahrſcheinlicher, daß die Nadeln nur von einem einzigen Pole regiert werden, der im ſtillen Meere in einem der Meridiane liege, die über Afrika durch den Südpol giengen und zwiſchen Amerika und Neu-Seeland fortſtrichen, in der Gegend, wo Euler dieſen südwärts gelegenen Magnetpol geſetzt habe. Die Abweichungen ließen ſich durch einen ſolchen Südpol hinlänglich erklären; aber ſein Abſtand vom geographiſchen Südpole ſey noch ſehr ungewiß. Euler ſetze dieſen Abſtand auf 30, ja auf 40 Grad, aber das ſtimme nach ſeinen Gedanken nicht mit den ſehr kleinen Abweichungen überein, die ſich bey Neuholland

und im ganzen ſtillen Meere fänden, wo vermuthlich ein Meridian ſtreiche. Dieſe ſchienen, wie viele andere, nicht mehr als höchſtens einen Abſtand von 20 Grad zuzulaſſen, welcher am beſten durch Neigungsbeobachtungen auf dieſer Seite zu beſtimmen ſey. Was Muſſchenbroek aus Noels lothrechter Nadel habe ſchließen wollen, daß ſich ein Pol unter Madagaſcar befände, werde ſowohl aus neuern Neigungen als Abweichungen hinlänglich widerlegt, die beyde auf oſtindiſchen Reiſen viel größer ausfallen müßten, als wirklich geſchehe, und Noel habe erwähnter Maaßen hierin fehlen können. Tasmans verwirrt gewordener Compaß bey Diemenslande beweiſe auch nicht eigentlich einen allgemeinen Pol, weil dergleichen Verwirrung allemal ſtatt finden könne, wenn eine Nadel über eine, oder zwiſchen ein Paar aufſteigende gleichartige Eiſen- oder Magnetklippen komme, wovon wir in den Finniſchen Scheren ein merkwürdiges Beyſpiel hätten. Wir hätten daher bis jetzt keinen Grund, mehr als einen ſüdlichen Magnetpol anzunehmen.

4. Die merkwürdige Bewegung und Verrückung der Magnetpole, und der ganzen magnetiſchen Abtheilung, werde mit der Zeit durch eine ſolche Charte großes Licht erhalten, und die ſeinige zeige davon ſchon deutliche Spuren. Daß ſich an einem Orte die Neigung mit der Zeit ändere, ſey aus mehreren Verſuchen klar, und die Charte ſelbſt gebe davon noch mehr Beweiſe. Alle ältere Beobachtungen bemerkten die Neigungen etwas höher hinauf, als die neuern, die ſich tiefer herunter gezogen zu haben ſchienen. Dieſes zeige ſich deutlich bey Feuillées Reiſe im atlantiſchen Meere, und um die Uebereinſtimmung

neue-

neuerer und älterer Beobachtungen zu zeigen, hat Wilke mit einigen punktirten Zeichen Ekebergs und Feuillées Stellen für die Neigungen 65, 60, 55 Grad zuſammengezogen, woraus man ſieht, daß die Linien wohl in dieſem Striche, wegen des großen Abſtandes zwiſchen den Standpunkten, dieſen Gang vertragen; daß ſie aber höher hinauf und tiefer herunter durch ungeſchickte Durchſchnitte das übrige Syſtem verderben würden, welches geſchehe, wenn man annähme, daß Feuillées Neigungen in dieſen 56 Jahren ohngefähr 5 Grad zugenommen hätten. Dieſes zeige ſich noch deutlicher weiter herunter an der Südſeite des Aequators, wenn man da Feuillées und la Caille's Reiſen verfolge; aber Feuillées Neigungen fielen alle höher hinauf. Hiebey ſey es merkwürdig, daß dieſer Unterſchied nach und nach abnehme, je weiter man herunter komme, und endlich in einigen und 30 Graden ſüdlicher Breite ganz aufhöre, wo beyde faſt auf einer Stelle die Neigung 35 bis 36 Grad gefunden hätten. Eben ſo verhalte es ſich mit Cunningham's Beobachtungen auf dieſer Seite, ſeine Neigungen fielen etwas unordentlich mit den übrigen zuſammen, lägen aber alle höher hinauf, welches wieder um das Cap aufhöre, wo dieſe älteſten Beobachtungen mit den neueſten nahe zuſammen fielen. Im aſiatiſchen Meere treffe man auch dergleichen Aenderungen an. Cunningham's daſelbſt gefundene Neigungen ſeyen überall etwas größer, als Ekeberg's, und dürften ſich nun weiter nach dem Südpole herunter gerückt finden, welches bey Neuholland durch die daſelbſt gefundene 53 wahrſcheinlich werde.

De la Caille's Beobachtungen ſeyen in der Zeit nicht ſo weit von Ekeberg's entfernt, kämen auch damit faſt überall vortrefflich überein; doch aber ſey zu bemerken, daß ſie die Neigungen ein wenig höher hinauf ſetzten, als Ekeberg ſie ſpäter gefunden habe. Wenn ſich nun dieſes allein an einigen Stellen zeigte, ſo ließe ſich daraus nichts ſchließen, aber da es während der ganzen Reiſe geſchehe, bey den Verſuchen ungleicher Beobachter zutreffe, und die Aenderung ſich nach der Länge der Zeit richte, die zwiſchen den Beobachtungen verfloſſen ſey, ſo könne man ſich nicht enthalten, es für eine reine Folge anzuſehen und für einen Beweis anzunehmen: daß ſich die Neigung wirklich ändere, und die ganze magnetiſche Abweichung verrucke. Dieſe Verruckung ſcheine nach dem erwähnten ſowohl ſüdwärts als etwas oſtwärts hinaus zu geſchehen, woraus wieder folgen würde, daß z. B. der nordliche Magnetpol, dem Halley eine Bewegung von Oſten nach Weſten zuſchrieb, ſich auf die entgegengeſetzte Art verrucke, von Weſten nach Oſten; zugleich aber ſchief beym Erdpole, ein wenig herunter nach dem Aequator zu, vorbey gehe. Davon könne es herrühren, daß ſich die Neigung in den Oertern Europens, welche gegen des Pols Wege lothrecht lägen, eine Zeitlang wenig ändere, während doch die Abweichung anſehnlich zunehme; daß eben die Neigungen, weil ſich der Pol nähere, ſchneller auf der nordamerikaniſchen Seite zunähmen, und alle Neigungslinien ſich weiter hin gegen den Aequator verrückten; daß der Neigungsmeridian ſelbſt, wo die Nadel wagrecht ſteht, ebenfalls ſüdwärts fortrücke, und ſolchergeſtalt alle nordliche Neigungen zunähmen, aber die ſüdlichen abnähmen u. d. gl. m. Die Beobachtungen ſeyen nicht zuläng-

zulänglich, etwas von dem ſüdlichen Magnetpole zu ſagen. Die Abnahme der Neigung bey Neuholland ſcheine nur anzugeben, daß ſich derſelbe an dieſer Seite unten fortziehe; und ihre Beſtändigkeit zwiſchen Rio Janeiro und dem Cap gebe Anlaß, zu vermuthen, daß ſein Weg den Südpol ſchief vorbeygehe, dem nordlichen Magnetpole entgegen, auf eine Art, die an dieſen Orten die Nadel in ihrem Gleichgewichte und gleichem Stande erhalten könne.

Ein ſolches Zuſammenrucken der Pole ſey an ſich ſelbſt eine natürliche Folge von Halley's ſinnreicher Hypotheſe, daß die Erde die unbeweglichen Pole in ihrer Rinde habe; die beweglichen aber in einem innern freyen Magnetkerne zu finden ſeyen. Wenn ſich dieſes ſo verhalte, und die Stellungen der Magnetnadeln bewieſen, daß ſowohl die beyden nördlichen als die beyden ſüdlichen Pole von einer Art ſind, ſo müßten auch die nördlichen und ſüdlichen, als entgegengeſetzte Pole, einander zurücktreiben, ſich aber nach und nach gegen die auf der andern Seite befindlichen freundſchaftlichen Pole ziehen. Daraus folge, daß ſich der innere Magnetkern drehe, bis die freundſchaftlichen Pole zuſammen kämen, da die Bewegung aufhöre, aber zugleich der äußerliche Magnetismus verſchwinde oder geſchwächt werde. Sollte der Magnetismus der Erdkugel, nach der Meynung der Neuern, nur auf dem innern mit zwey Polen verſehenen Magnetkerne beruhen, ſo könnten deſſen Pole wohl nicht zuſammenrucken; aber die in der Erdrinde befindlichen Eiſenerze könnten doch ein ſolches Drehen des innern Magnets veranlaſſen, da wir täglich ſähen, daß dergleichen Erze durch Reiſen und Verwitterung geſchickt würden, die magnetiſche Kraft

anzunehmen, und ſelbſt Magnete zu werden. Wir könnten uns wenigſtens auf dieſe Art eine natürliche Urſache vorſtellen, woher die ſo gewiſſe als wunderbare Aenderung des Magnetſyſtems rühre.

Endlich wünſcht Wilke noch, daß Seereiſende zur Verbeſſerung ſeiner entworfenen Neigungscharte mehrere Beobachtungen anſtellen möchten. Schon einige wenige Reiſende, welche ſolche Beobachtungen ſorgfältig ſammleten, würden viel dabey ausrichten können. Auf Seereiſen aus Europa nach Archangel, Grönland, Hudſonsbay und Cayenne könnten beträchtliche Erläuterungen erhalten werden, eben ſo wären Beobachtungen auf einer Reiſe nach der Levante nöthig. Oſtindienfahrer hätten erwünſchte Gelegenheit, den Zuſtand um ganz Afrika zu erfahren, und im indiſchen Meere müßten die Neigungen auf dem Wege nach China mit denen verglichen werden, die man auf dem Wege nach Perſien oder den malabariſchen Küſten finde. Seefahrende hätten wirklich Urſache, ſich hiemit zu beſchäftigen, denn die Abſicht hiebey ſey nicht bloß gelehrte Neugierde, ſondern die Schiffahrt erhalte dadurch ſelbſt einen neuen Grad der Vollkommenheit. Seefahrende könnten nicht ohne Compaß ſeyn, der Compaß werde ohne gute Abweichungscharten unnütz, dieſe erforderten Kenntniſſe von der magnetiſchen Abtheilung der Erdkugel, und dieſe werde am beſten durch die Neigung erlangt. Dieſe Neigungscharten, wenn ſie einmal zu Stande gekommen wären, würden unmittelbar den Seefahrenden nützen, ihre Länge und Breite auf offener See zu finden. Man bediene ſich ſchon dazu mit Vortheil der magnetiſchen Abweichungen, die ſich viel weniger änderten und viel unbeſtändiger wären, als die Neigungen.

gen. Ekeberg habe auf ſeiner ganzen Reiſe keine größere Unterſchiede der Abweichung gefunden, als 27 Grad, aber die Neigungsnadel habe wenigſtens 136 Grade ihres Kreiſes durchlaufen. An vielen Stellen, z. B. zwiſchen Afrika und Amerika, ändere ſich dieſe Nadel auch ſo ſchnell, daß oft 3 bis 4 Grade auf einen Grad der Breite kommen, alſo ließe ſich daraus oft die Breite mit Nutzen finden, zumal bey trübem Himmel. Der Neigungscompaß habe vor allen übrigen Methoden den Vortheil, daß man dazu weder heitern Himmel noch Rechnung brauche, ſondern der Nadelſtand ſelbſt innerhalb der Cajüte auf der Charte zeige, wo man ſich auf dem Meere befinde. Er werde auch der beſte Rathgeber in manchen andern Fällen ſeyn, wo andere Compaſſe verführeriſch wären, z. B. in der Nähe von Magnetbergen. Des Inſtruments gegenwärtige Unvollkommenheiten müßten die Anſtellungen ſolcher Beobachtungen nicht hindern, zumal da ihnen nichts anders mangle, als nur die allergrößte Richtigkeit, die man noch einige Zeit entbehren könne, wenn man lieber weniger fehlerhafte Beobachtungen, als gar keine haben wolle. Die Seefahrenden vertraueten täglich Leib und Gut dem Abweichungscompaſſe, welcher größtentheils noch nicht die Vollkommenheit beſitze, die eine gute Neigungsnadel jetzt ſchon erhalten könne.

Tobias Mayer leitete nach ſeiner oben angeführten Theorie Größen der Neigungen für verſchiedene Orte der Erde her, welche von den wirklich beobachteten nicht ſehr verſchieden ſind. So findet er z. B. die Neigung für Paris 71° 19′ nördlich, für das Cap der guten Hoffnung 42° 47′ ſüdlich; da man ſie am erſten Orte 73° nördlich, am letztern

41° 44′ ſüdlich gefunden hat — eine Uebereinſtimmung, die bey den unvollkommenen Beobachtungen, welche Mayer vor ſich hatte, immer bewundernswürdig bleibt.

Wirkung des Magnetismus auf den thieriſchen Körper.

Nach Kircher's [a]) Bericht haben ſchon Galen, Dioſcorides und Avicenna dem Magnet eine Kraft zugeſchrieben, die dicken Säfte im menſchlichen Körper zu verbeſſern, Kröpfe zu heilen und Nervenſchmerzen zu lindern. Auch berichtet der P. Dentrecolles [b]), daß man den Magnet in China beſonders zur Heilung der Geſchwulſt anwende. Man ſtreue nämlich über die Geſchwulſt Eiſenfeilſtaub, nähere demſelben einen Magnet, und hebe dadurch die Urſache der Krankheit. Uebrigens vermuthet Dentrecolles noch, daß der Magnet einige Wirkungen gegen das Gift beſitze, er überläßt ſeine Vermuthung aber dem Urtheile der Naturforſcher.

Im Jahr 1765 wurde in einer öffentlichen Zeitung angeführt, daß ein ausübender Arzt zu Göttingen, Glarick, mit Hülfe des Magnets Zahnſchmerzen geheilt habe. Dieß bewog dem Herrn d'Arquier zu Touloule [c]), mehrere Erfahrungen hierüber zu machen. Schon am 12ten Sept. 1765 heilte er wirklich auf dieſe Art die Zahnſchmerzen einer Frau, indem

a) Magnes ſ. de arte magnetica. Col. Agrip. 1643. 4.

b) Lettres édifiantes et curieuſes, écrites des Miſſions étrangères par quelques Miſſionaires de la Compagnie de Jeſus. XXIV. recueil. à Paris. 1739. 12.

c) Lettre ſur la proprieté de l'aiman pour guérir les maux de dents im Journal des ſavans. an. 1767. Novemb. 143. ſeq.

dem er den Nordpol eines armirten kleinen Magneten, ohngefähr 1 Cubikzoll groß, anwandte; nach 7 bis 8 Minuten empfand die Frau einen geringen Froſt, und die Schmerzen ließen nach. Auf dieſelbe Art wurde auch eine andere Weibsperſon von ſehr heftigen Zahnſchmerzen geheilt; dieſe fühlte ſogleich nach der Anwendung des Nordpols eine ſehr lebhafte Kälte und eine beſondere Bewegung, ſo daß es ihr vorkam, als wenn in dem Zahne etwas außerordentlich unruhig wäre. Er führt noch mehrere Erfahrungen an, die er bey Zahnſchmerzen an verſchiedenen Perſonen ſowohl mit armirten als künſtlichen Magneten gemacht hat, und welche alle von dem glücklichſten Erfolge waren. Uebrigens waren die Heilungsarten wenig verſchieden; eine längere oder kürzere Anwendung des Magnetismus, ein ſchnelles oder langſames Aufhören der Schmerzen, und die Empfindung von einer größern oder geringern Kälte war alles, was ſich hiebey vorzüglich zeigte. Bey der Anwendung des Magnets hatte er allemal den Kranken eine ſolche Stellung annehmen laſſen, daß er im magnetiſchen Meridian mit dem Geſicht gegen Norden ſich befand; allein er glaubt, daß dieß kein weſentlicher Umſtand zur Heilung ſey. Zu Ende des Jun. 1766 hatte er nämlich zwey Perſonen von Zahnſchmerzen geheilt, welche beyde eine einander gerade entgegengeſetzte Stellung hatten, obgleich einer und der nämliche Pol des Magneten angewandt ward. Oft gebrauchte er ein Mittel, welches auf die Heilung der Zahnſchmerzen eine ſtärkere Wirkung zu haben ſchien. Dieß beſtand darin, daß er zwey, drey auch vier Magnetſtäbe in gerader Linie ſo mit einander verband, daß der Nordpol des einen Stabes am ſchmerzhaften Zahn ſich befand, und am Südpol deſſelben der Nordpol des andern Stabes an-

gebracht ward, und ſo wechſelsweiſe fort mit den übrigen Stäben; übrigens trug er Sorge, daß die gerade Linie, in welcher dieſe Magnetſtäbe lagen, ſich in der magnetiſchen Axe befand. Durch dieſes Mittel war er im Stande, oft auch ſolche Schmerzen an Zähnen zu heilen, welche der Anwendung von einem einzigen Magnetſtabe widerſtanden.

Meynungen über die Urſache des Magnetismus.

Ohne Zweifel haben die Figuren, welche der Feilſtaub oder kleine feine eiſerne Nädelchen auf Glas bey untergelegtem Magnet annehmen, viel dazu beygetragen, die Syſteme der Wirbel, die man ſeit Carteſius Zeiten annahm, um die Phänomene am Magnet zu erklären, in Anſehen zu erhalten. Allein Muſſchenbroek [d]) erklärt ſie ſchon ſehr richtig auf folgende Art: wenn man nämlich den einen Pol eines Magnets unter ein ſolches kleines Nädelchen bringt, ſo legt ſich dieſes auf der Fläche des Magnets ſenkrecht an, und es erhält an beyden Enden Polarität, ſo daß das eine Ende, welches mit dem Magneten contiguig iſt, eine dem Pole des Magnets entgegengeſetzte Polarität beſitzt; das andere Ende des Nädelchens wird alſo von demſelben Pole des Magnets abgeſtoßen. Würde aber das kleine eiſerne Nädelchen mehr gegen den andern Pol des Magnets gebracht, ſo würde es nun in eine ſchiefe Lage kommen, weil nun auch dieſer Pol auf das Nädelchen wirkt. Beym Aequator des Magnets, wo der eine Pol des Magnets eben ſo ſtark als der andere auf das Nädelchen wirkt, wird es mit der Axe des Magnets völlig parallel liegen. Sind nun mehrere Eiſentheilchen vorhanden, ſo wird jedes derſelben magnetiſch; ſie hängen ſich dem-

d) Diſſ. de magnete p. 119.

demnach mit ihren ungleichnahmigen Polen an einander, und bilden Reihen, welche natürlich in krummen Linien um den Magnet liegen, und daher zu ihrer Erklärung gar keines um den Magnet ſtrömenden Wirbels bedürfen.

Indeſſen haben doch lange nach Muſſchenbroek mehrere Naturforſcher die Wirbel des Carteſius um den Magnet zu vertheidigen geſucht. Du Fay vertheidigte Dalancé's Hypotheſe (Th. III. S. 555. f.), und nahm an, daß die aus dem Südpole der Erde ſtrömende Materie in den Südpol des Magnets eingehe, durch den Nordpol wieder heraustrete, und durch den Widerſtand der Luft umgelenkt zum Südpole zurückkehre, auch daß die Faſern des Eiſens bey ſenkrechter Stellung eines Stabes durch ihre Schwere, oder Hämmern u. d. gl. in die gehörige Richtung kämen, woraus er den von Vallemont und Reaumür endeckten urſprünglichen Magnetismus erklärt. Noch vollſtändiger wurde dieß durch die Herren Euler, du Tour, auch Johann und Daniel Bernoulli [e]) ausgeführt, als die Pariſer Akademie die Preisfragen für 1744 und 1746 auf dieſen Gegenſtand gerichtet hatte.

Euler [f]) bemerkt zuerſt, daß man alle magnetiſche Erſcheinungen von einer doppelten Urſache herleiten müſſe; nämlich theils aus dem innern Baue des Magnets und theils von einer Materie außerhalb demſel-

e) Recueil des pieces, qui ont remporté les prix de l'Acad. des ſcienc. Tom. V.

f) Opuſcul. Tom. III. continens novam theoriam magnetis praemio condecorat. 1744. Berol. 1751. 4.

ſelben. Was die innere Beſchaffenheit des Magnets betrifft, ſo könne dieſe bloß in einer gewiſſen Form der Poren liegen, welche der ſubtilen Materie den freyen Durchgang entweder verſtatteten oder verſagten; ſie müßten daher eine ſolche Einrichtung haben, daß ſie der Materie nicht allenthalben einen freyen Durchgang verſtatten, ſondern bloß nach einer gewiſſen Richtung. Deßwegen bildeten ſich Durchgänge oder Canäle, welche unter ſich parallel ſind, und welche die feine Materie nach einer Richtung frey durchließen, nach der gerade entgegengeſetzten Richtung aber verſchlöſſen. Zu dieſem Ende nimmt er Klappen an, welche den Rückweg verſchließen, und welche wahrſcheinlich aus den feinſten Faſern beſtehen. Zwiſchen dem Magnet und dem Eiſen ſetzt er bloß folgenden Unterſchied, daß die Durchgänge in jenem völlig regelmäßig, in dieſem aber, ſo lange demſelben der Magnetismus noch nicht mitgetheilt worden iſt, in keiner ſolchen Ordnung zuſammengeſtellt ſind, daß ſie die feine Materie ungehindert durchließen. Für die magnetiſche Materie nimmt er die feinern Theile des Aethers an, welche ſich mit den übrigen gröbern Theilen nicht ohne Schwierigkeit vereinigen können. Wegen der äußerſten Elaſticität dieſer Materie dringt ſie in den einen Pol des Magneten ein, ſtrömt aus dem andern hervor, und wird hier, da ſie nicht wieder zurück kann, durch den Widerſtand des gröbern Aethers in einem einfachen Wirbel nach den vorigen Pol zurückgetrieben. Dieß dauert ſo lange, bis ſich beyde Arten des Aethers nach und nach wieder vermiſcht haben. Die Erde ſelbſt iſt wegen der großen Menge Eiſen und Magnet, die ſie in ſich faßt, mit ähnlichen Gängen erfüllt, und ſo mußte ſich um ſie ein großer Wirbel bilden. — Bey dieſer Hypotheſe iſt zwar die Luft entbehrlich;

aber

aber es iſt immer ſehr gewagt, den Aether, von welchem man keine Erfahrungen hat, noch in zwey Sorten von verſchiedener Feinheit zu ſondern. Uebrigens müßte der Erdwirbel den Wirbel des Magnets beſtändig ſtören. — Euler entſcheidet nicht, aus welchem Pole der Erde der Aether komme, und in welchen er gehe. Nimmt man nun an, er komme von dem einen Pole, ſo muß er die Geſchwindigkeit des aus dem Magnet von dem andern Pole her zurückkehrenden Aethers vermindern. Kömmt er aber von dem andern Pole, ſo wird er entweder die Stellung des Magnets umkehren, und die vorige Schwierigkeit wiederbringen, oder es wird ſonderbar bleiben, daß er von dieſem Pole herkömmt, und doch von dem erſten einſtrömt. Ueberdem bleibt es beym einfachen Wirbel unbegreiflich, wie beyde Pole ein unmagnetiſches Eiſen mit gleicher Stärke und Geſchwindigkeit anziehen können. Endlich beſtimmt Euler ſelbſt, daß nach ſeiner Hypotheſe die gerade Figur die geſchickteſte zu ſtarken Magneten ſeyn müſſe, da doch der Erfahrung gemäß die hufförmigen Magnete den geraden Stäben an Stärke nichts nachgeben.

Auch du Tour nimmt den einfachen Wirbel und eben den klappenartigen Bau der Canäle des Eiſens an, ſcheint aber die Schwierigkeit wegen der Störung und gehinderten Bewegung des Wirbels mehr gefühlt zu haben. Er legt daher den Faſern des Eiſens eine Kraft bey, die Oeffnungen zu erweitern und zu verengern, und läßt dadurch die magnetiſche Materie während des Durchgangs immer neue Stöße erhalten, die ihr mehr Geſchwindigkeit mittheilen, als ihr der widerſtehende Strom auf dem Rückwege nehmen kann. Uebrigens erklärt du Tour die Entſtehung des Wirbels aus dem Widerſtande der Luft,

ohne ſich an die Verſuche im luftleeren Raume zu kehren.

Daniel und Johann Bernoulli hingegen nehmen den doppelten Wirbel des Descartes an, und legen deßhalb in das Eiſen Canäle von doppelter Art, wie (fig. 14.) ab und cd, deren Klappen ſich nach entgegengeſetzten Seiten öffnen. Die Faſern ſind elaſtiſch, und drucken, wenn ſie in ſchwingende Bewegung gerathen, die magnetiſche Materie aus den zwiſchen ihnen befindlichen Räumen durch die Klappen heraus. Die Elaſticität der Materie ſelbſt, welche in der innern Bewegung der Theile beſteht, wird beym Durchgange durch ſo enge Röhren gehemmt, und die Bewegung in eine bloß fortgehende verwandelt; beym Rückgange zum andern Pol aber kehrt dieſe Elaſticität nach und nach wieder zurück. Die Herren Bernoulli erklären hieraus zwar ſehr ungezwungen die mancherley magnetiſchen Erſcheinungen; allein die Hypotheſe kann ſchwerlich mit ſich beſtehen. Brugmanns [g]) beſtreitet überhaupt die Syſteme der Wirbel mit Gründen, welchen ſchwerlich etwas gleich ſtarkes wird entgegengeſetzt werden können. Durch den magnetiſchen Wirbel kann kein ſtählernes Rad umgetrieben werden, wie es durch den elektriſchen Strom möglich iſt, und ein ſchwimmender Magnet wird weder gen Süden noch gen Norden fortgetrieben.

Aepinus [h]) nimmt, um die magnetiſchen Erſcheinungen zu erklären, ſo wie Franklin bey der Elek-

g) Philoſ. Verſuche. S. 99. f.

h) Sermo academ. de ſimilitudine vis electr. et magn. Petrop. 1758. 4. überſ. im Hamb. Magaz. B. XXII. S. 227, imgl. Tentam. theoriae electric. et magnetiſ. Petrop. 1759. 4.

Elektricität, nur eine einzige magnetiſche Materie an. Die Elementartheilchen dieſer Materie ſtoßen einander ab, und werden dagegen von den Elementartheilen des Eiſens und aller eiſenhaltigen Maſſen angezogen. Andere vom Eiſen verſchiedene Subſtanzen und die magnetiſche Materie wirken gar nicht in einander. Eiſen hat mit den für ſich elektriſchen Körpern die Aehnlichkeit, daß die magnetiſche Materie ſich darin nicht ganz ungehindert fortbewegt, und könnte alſo in dieſer Rückſicht eine für ſich magnetiſche Materie heißen; dagegen giebt es keine magnetiſche Leiter in dem Sinne, daß ſolche Subſtanzen die magnetiſche Materie anziehen und zugleich frey durchlaſſen ſollten. Es erfolgen alſo die magnetiſchen Erſcheinungen bloß aus dem Ueberfluß oder Mangel der natürlichen Menge der magnetiſchen Materie, und es giebt einen poſitiven und negativen Magnetismus mit Wirkungskreiſen, in welcher die Vertheilung nach eben den Geſetzen, wie bey der Elektricität, ſtatt findet. Mittheilung des Magnetismus iſt aber nicht vorhanden, weil es keine Leiter giebt; im Eiſen ſelbſt aber, beſonders im weichen, heben ſich Mangel und Ueberfluß wieder auf, und ſtellen das natürliche Gleichgewicht wieder her.

Gegen dieſes Syſtem von einer einzigen magnetiſchen Flüſſigkeit hat man eben die Gründe, wie gegen die Behauptung Einer elektriſchen Materie, eingewendet, und Wilke und Brugmanns haben daher lieber zwey beſondere magnetiſche Materien annehmen wollen. Der erſtere giebt ihnen den Namen der poſitiven und negativen. Die gleichartigen Materien ziehen ſich an, die entgegengeſetzten ſtoßen ſich ab. Es ſey z. B. fig. 15. eine Nadel oder ein Stückchen Eiſen, das die magnetiſche Grundmaterie enthält. Des Magnets

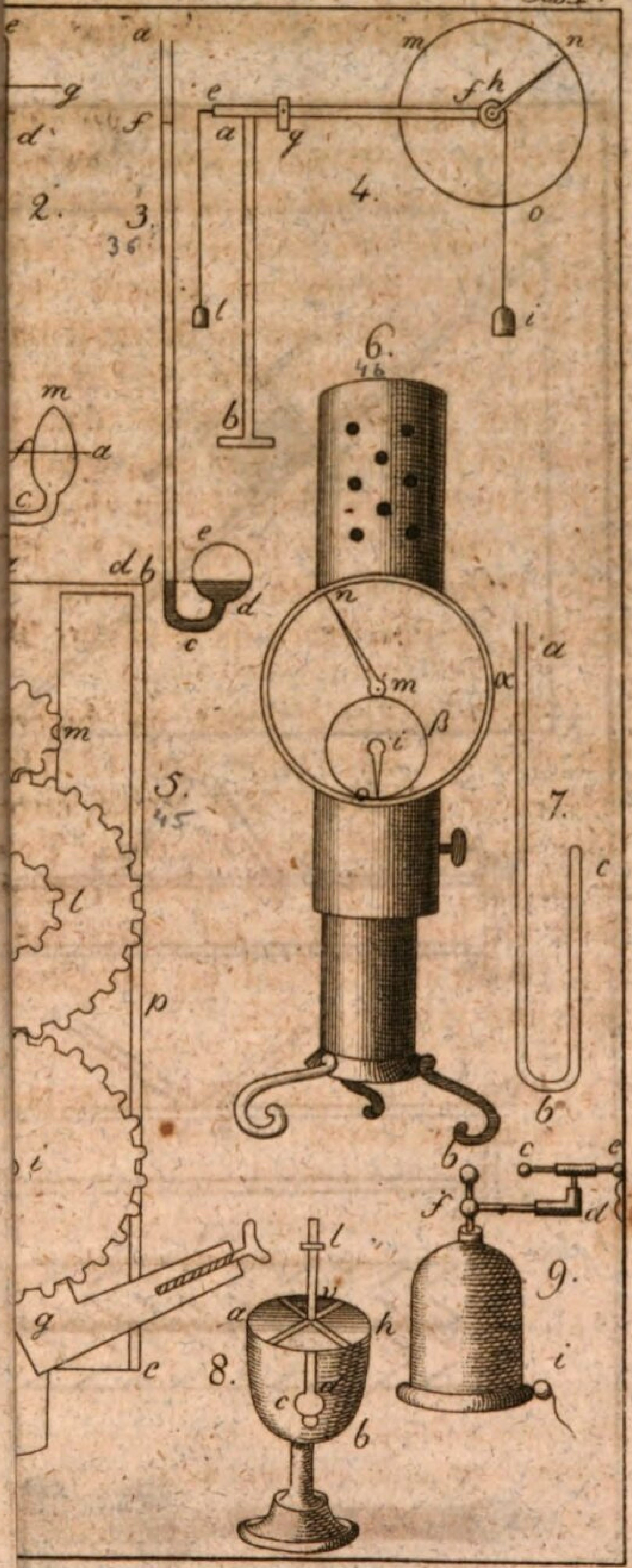
nets eines Ende a ſey mit einer der magnetiſchen Materie erfüllt, z. B. der poſitiven, die den Nordpol ausmache; ſo wird des Eiſens negative Materie nach a gezogen, aber ihre poſitive nach b getrieben. Indem ſie ſich alſo von einander trennen, ſo entſteht bey a ein Südpol, und bey b ein Nordpol im Eiſen. Wird der Magnet weggenommen, ſo fließen beyde Materien im Eiſen zuſammen, und die Polarität würde verſchwinden, wofern ſie ſich nicht etwas langſam durch das Eiſen bewegte, und jede an ihrem Ende zurückgehalten würde. Je langſamer ſie zuſammenfließen, deſto beſtändiger wird die Polarität, beſonders im Stahle, welcher davon ein wirklicher Magnet wird [i]).

Brugmanns nennt die beyden magnetiſchen Materien die nördliche und ſüdliche, und ſeine Ausdrücke überhaupt ſind etwas mehr hypothetiſch. Das Anziehen der ungleichnamigen Pole z. B. erklärt er daraus, daß ſich die nördliche Materie an einem Pole mit der ſüdlichen am andern ins Gleichgewicht ſetzt, daher die Elaſticität der umgebenden Materie die Magnete zuſammentreibt.

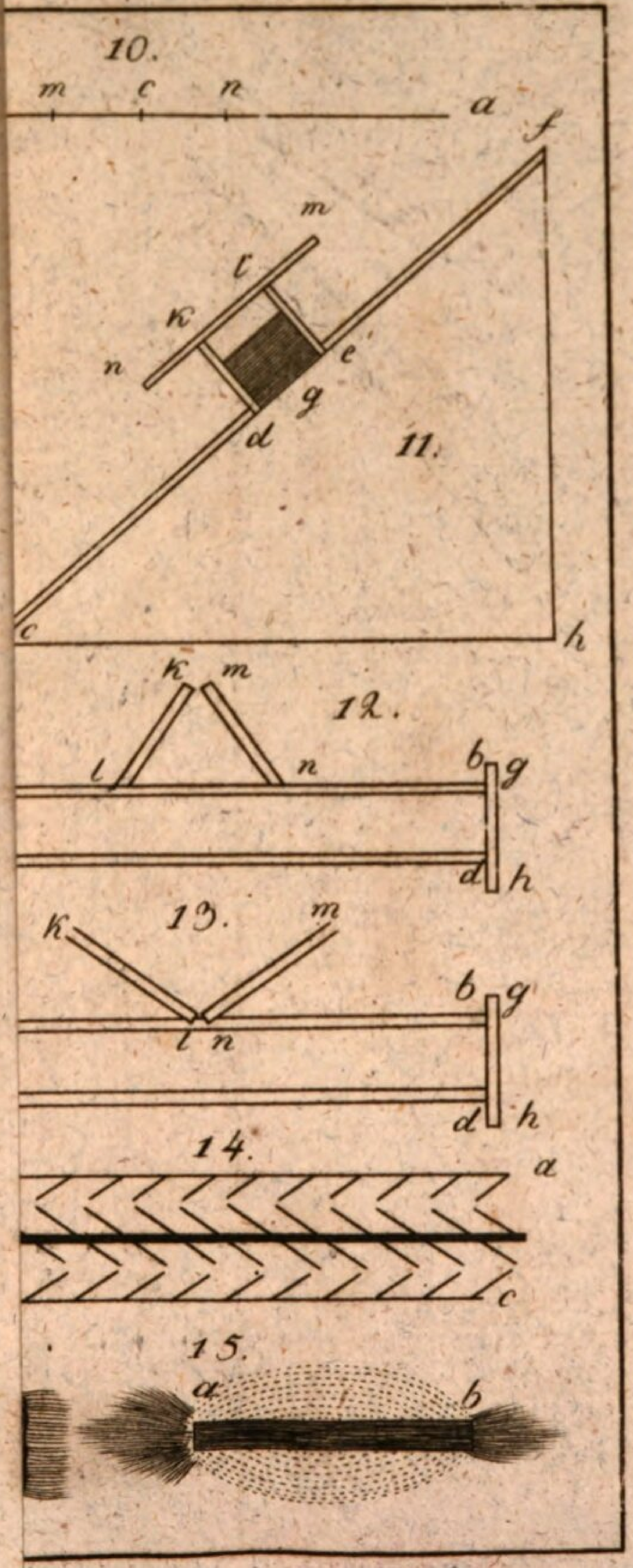
i) Abhandl. der Schwed. Akad. der Wiſſenſch. B. XXVIII. d. deutſch. Ueberſ.

Bayerische Staatsbibliothek MÜNCHEN

Tab. I.



Tab. II



Bayerische
Staatsbibliothek
MÜNCHEN

e3 4

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Fischer, Johann Carl,

Geschichte der Physik seit der Wiederherstellung der Künste und Wissenschaften bis auf die neuesten Zeiten

Bd.: 5

Göttingen (1804)

H.lit.u. 109-41
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10447555-1
VD18 12058645-001